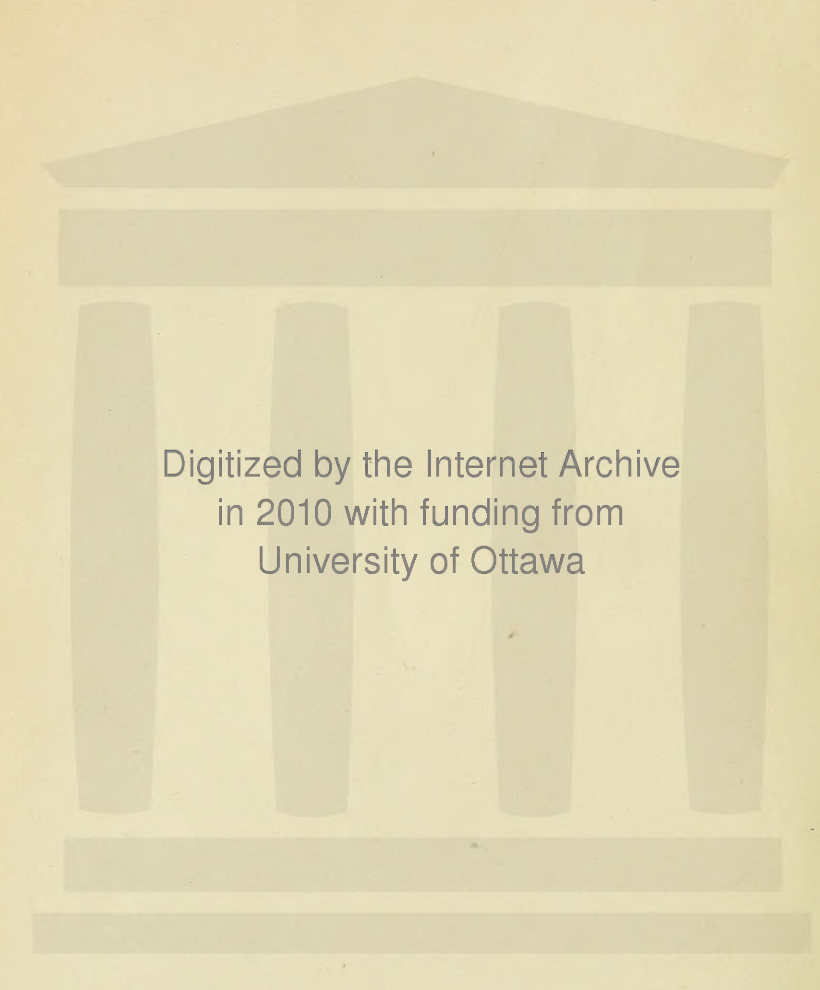



TERQUEM
OKSELLER
RUE SCRIBE





E. HENRY

PROFESSEUR A L'ÉCOLE NATIONALE DES EAUX ET FORÊTS

Préservation des Bois

CONTRE LA POURRITURE

par le sol, les champignons et les insectes

RECHERCHES

SUR LA VALEUR COMPARATIVE DE DIVERS ANTISEPTIQUES

AVEC 10 PLANCHES EN PHOTOTYPIE



BERGER-LEVRAULT & Cie, ÉDITEURS

PARIS

5, RUE DES BEAUX-ARTS, 5

NANCY

18, RUE DES GLACIS, 18

1907

Préservation des Bois contre la Pourriture

par

le Sol, les Champignons et les Insectes

Préservation des Bois contre la Pourriture par le Sol, les Champignons et les Insectes

Recherches sur la valeur comparative de divers antiseptiques

PAR

E. HENRY

PROFESSEUR A L'ÉCOLE NATIONALE DES EAUX ET FORÊTS



NANCY

IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT ET C[ie]

18, RUE DES GLACIS, 18

—

1907

Préservation des Bois contre la Pourriture par le Sol les Champignons et les Insectes

Recherches sur la valeur comparative de divers antiseptiques

But de ces recherches

En présence de l'extension toujours croissante des dégâts causés aux bois en œuvre, soit par les champignons (*Merulius, Physisporus, Coniophora, Lenzites, Trametes, Stereum, Dœdalea,* etc.), soit par les insectes (*Hylotrupes bajulus, Vrillettes, Termites,* etc.), il y a une utilité évidente à rechercher les moyens les plus efficaces et les moins coûteux que la science met à notre disposition pour prolonger le plus longtemps possible la durée des bois employés dans les constructions, à installer des expériences comparatives et à montrer qu'en ayant soin d'enduire les bois exposés à l'humidité et à l'air confiné avec des antiseptiques reconnus efficaces, on peut faire durer les bois pour ainsi dire indéfiniment, sans s'exposer à de grandes dépenses.

Dans un travail publié en 1902 [1] nous disions pour conclure : « En résumé, il semble que si la solution de la première question

1. Voir : « La lutte contre le champignon des maisons. — Expériences récentes » (*Bulletin de la Société des sciences de Nancy,* 1902, p. 89-103, et *Revue des Eaux et Forêts,* 1902, p. 513-521) ainsi qu'un article précédent : « Le *Merulius lacrymans* en Lorraine » (*Bulletin de la Société des sciences de Nancy* et *Revue des Eaux et Forêts,* 1901).

posée par la *commission internationale*[1] n'est guère avancée[2], il n'en est pas de même de la seconde, beaucoup plus importante à vrai dire.

« Qu'importe en effet que les bois employés renferment ou non des spores ou du mycélium, soit de *Merulius,* soit de tout autre champignon lignivore (*Physisporus vaporarius, Lenzites, Corticium, Stereum, Dœdalea,* etc.), s'il est reconnu, démontré que l'imprégnation par des antiseptiques éprouvés empêche à la fois l'invasion des champignons par le dehors et leur évolution au dedans[3]?

« De ce côté on touche au but ; il n'y a que peu de chose à faire pour convaincre les techniciens et pour restituer au bois la confiance qu'il mérite et qui avait été ébranlée par les nombreux et coûteux accidents dus au *Merulius.*

« Cette question est d'un intérêt pratique incontestable.

« Nous installons en ce moment à l'École forestière des expériences relatives à l'efficacité de divers antiseptiques sur les différentes essences employées dans les constructions, à l'influence de l'état de dessiccation du bois, de la durée et du mode d'imprégnation, relatives aussi à leur action sur la constitution du bois et sa résistance à la rupture, de manière à fournir aux

---

1. Il s'agit de la *commission* nommée, au sein de l'*Association internationale pour l'essai des matériaux,* en décembre 1898 et chargée de résoudre les deux problèmes suivants d'une importance indéniable pour les propriétaires de maisons, les entrepreneurs, les marchands de bois, les architectes :

1° Comment peut-on reconnaître, au moment de la réception des bois, s'ils renferment ou non des germes d'infection (spores ou mycelium), en d'autres termes, si l'on a le droit de les refuser comme étant de mauvaise qualité ou si l'on est tenu de les accepter ?

2° Quels sont les moyens à prendre pour se préserver des attaques du *Merulius lacrymans* ou pour l'empêcher de se développer si les bois le contiennent en germe ?

Cette commission, dont je faisais partie, avait pour président M. Friedrich, conseiller impérial et royal, directeur de la station des recherches forestières de Mariabrunn, près de Vienne (Autriche) et pour vice-président M. Tilschkert, colonel du génie autrichien, directeur des travaux militaires à Vienne.

2. A la question : *Peut-on reconnaitre, à sa livraison, qu'un bois est atteint par le Merulius ?* M. Beauverie répond *oui* (*Le Bois,* p. 398, Paris, Gauthier-Villars, 1905), M. Mathey répond *non* (*Traité d'exploitation commerciale des bois,* t. I, p. 195, Paris, Lucien Laveur, 1906). — En 1906, on le voit par ces réponses contradictoires, on n'est pas plus renseigné qu'en 1902. — Ces deux auteurs ont chacun raison. Il est facile de reconnaître qu'un bois est attaqué par le *Merulius* quand il est déjà fortement envahi. Il est impossible au contraire d'affirmer qu'il ne renferme pas dans ses fentes ou à sa surface quelques spores ou quelque début de mycélium de ce champignon, spores ou mycélium qui pourront se développer quand les circonstances deviendront favorables.

3. C'est ce que répète M. Beauverie (*loc. cit.,* p. 405).

architectes, aux entrepreneurs, aux propriétaires des résultats nets, rigoureux qui, dégagés de toute attache mercantile, de tout soupçon de réclame, pourront inspirer pleine et entière confiance. »

Ce sont les premiers résultats de ces expériences comparatives que nous allons exposer.

Comme la biologie des champignons destructeurs du bois, leur mode d'altération des tissus ligneux, mode variable pour chacun d'eux, ont été fort étudiés dans ces derniers temps, on renverra pour tout ce qui concerne ces questions aux ouvrages spéciaux ([1]) et on se placera exclusivement, pour le moment du moins, au point de vue *pratique*, recherchant simplement quels sont, parmi les antiseptiques mis en essai, ceux qui sont les plus efficaces, les moins coûteux, ceux aussi qui offrent le moins d'inconvénients pour l'emploi à l'intérieur.

C'est, nous le répétons, uniquement le côté *technique*, le plus important pour les *praticiens*, qui va être envisagé.

Il s'agit de déterminer quel est, parmi les produits expérimentés pouvant être appliqués simplement par badigeonnage ou par immersion([2]), celui qui préservera le plus longtemps de toute

---

1. Dans son *Étude sur le champignon des maisons* (*Merulius lacrymans*), Lyon, Rey, éd., 1903, M. Beauverie donne la bibliographie qui se rattache à cette question et cite quarante-huit travaux, dus presque tous à des Allemands.

Deux ouvrages français récents résument bien l'état actuel de la science sur ce point : *Le Bois*, par J. Beauverie (Paris, Gauthier-Villars, 1905), où les altérations des bois par les cryptogames (p. 320-442) et les procédés de conservation (p. 591-724) font l'objet de chapitres importants, comme dans le *Traité d'exploitation commerciale des bois*, par Alphonse Mathey (Paris, Lucien Laveur, 1906).

2. Paulet, dans son *Traité de la conservation des bois* (déjà très ancien, 1874), décrit cent soixante-treize méthodes dont la plupart ont été brevetées et qui peuvent se rattacher aux trois groupes suivants :

1° Par *infiltration naturelle* ou par *déplacement*, applicable aux bois sur pied ou récemment abattus ;

2° Par *pression à l'air libre*, applicable aux bois en grume, ou par *pression en vase clos* applicable aux bois secs (traverses de chemin de fer) ;

3° Par *application sans pression* d'agents antiseptiques (carbonisation, immersion, badigeonnage) pouvant être utilisée pour tous les bois en œuvre, secs ou non.

Il n'est question ici que d'un des modes de préservation dépendant du troisième groupe, le mode par *immersion*. Les autres procédés de ce groupe (carbonisation superficielle, vulcanisation, goudronnage, peinture à l'huile, enduits divers) ne sont pas examinés, bien qu'ils donnent souvent aussi d'excellents résultats.

Dans le mode par immersion il y a à distinguer : 1° l'immersion simple à froid ; 2° l'immersion à chaud (vers 60-70° par exemple) ; 3° l'immersion dans un bain porté à l'ébullition.

C'est l'immersion à chaud qui a été adoptée parce qu'elle peut être réalisée commodé-

altération les principaux bois usités dans les constructions et placés dans les conditions les plus défavorables.

Ces premières expériences ont duré trois ans.

C'est un laps de temps suffisant pour montrer le peu de valeur antiseptique de certains produits ; nous verrons que trois ou quatre d'entre eux n'ont pu préserver les bois de la décomposition, même pendant cette courte durée ; ils doivent donc être rejetés.

Mais il reste à déterminer quels sont, parmi les autres, ceux dont l'efficacité se maintiendra le plus longtemps.

Aussi nous proposons-nous de continuer ces expériences le plus longtemps possible, en plaçant les bois dans des *pourrissoirs* perfectionnés, pour constater et pour faire connaître celui de ces produits qui sortira victorieux de l'épreuve.

Tout le monde est d'accord pour reconnaître que les bois en œuvre sont de plus en plus exposés aux attaques des champignons et nous avons déjà signalé quelques-unes des causes de cette recrudescence. Est-ce une raison pour renoncer dans les constructions à l'emploi du bois, comme le crient les métallurgistes qui, à chaque accident causé par le *Merulius,* préconisent l'usage du fer, lequel, pour le dire en passant, a déjà donné lieu à beaucoup de mécomptes ? Nous ne le pensons pas.

Le bois a sur le métal une telle supériorité, dans la plupart des cas, qu'on l'emploiera toujours. On doit rester convaincu que le bois est la meilleure matière pour les charpentes et qu'il a une durée pour ainsi dire indéfinie à condition qu'on prenne à son endroit les précautions nécessaires. Ne le fait-on pas pour son rival, le fer, qui ne serait bientôt qu'un amas de rouille si on ne le défendait contre l'humidité ?

Qu'on imprègne le bois d'une substance qui s'oppose au développement des champignons et des insectes, comme on recouvre le fer d'une couche de minium qui s'oppose à l'arrivée de l'oxygène, et le bois durera autant que le fer.

Dans tous les exemples de destruction de bois par le *Merulius*[1], il est notoire que le bois a failli uniquement par défaut de

---

ment, sans crainte d'accidents et que, si l'on opère sur des bois secs, elle donne, dans les conditions où on s'est placé, une imbibition complète et des résultats très voisins de ceux qu'on obtient avec l'injection sous pression en vase clos.

1. Voir : « Le Champignon des maisons en Lorraine » (*Revue des Eaux et Forêts* 1901, p. 65-77).

précaution. Si on l'avait imprégné d'une substance fungicide l'accident ne se serait pas produit[1].

Les grandes usines, les compagnies de chemins de fer, tous les riches propriétaires emploient à cet effet des installations compliquées et des appareils coûteux dans lesquels l'injection se fait en vase clos par le vide et la pression mécanique et qui donnent d'excellents résultats. Mais le simple particulier ne peut supporter des frais aussi considérables ; il lui faut des procédés simples, tels que l'immersion ou le badigeonnage, à la portée des plus petites bourses.

C'est le cas que nous allons envisager.

Parmi les nombreux antiseptiques tant vantés dans les prospectus-réclames, en est-il qui, appliqués sur les bois pris tels qu'on les emploie d'ordinaire, les préservent, sinon pour toujours, au moins pour très longtemps, de toutes les altérations autres que l'usure par les agents atmosphériques qu'on ne saurait éviter ?

Celui qui montrerait par des expériences scientifiques l'efficacité de tel ou tel ingrédient, qui vulgariserait son emploi, qui arriverait à convaincre les architectes et les entrepreneurs de charpente et de menuiserie, qu'il y a des moyens simples d'empêcher l'altération des bois, même placés dans de mauvaises conditions, et qu'il est de leur intérêt évident de les employer, celui-là, disons-nous, rendrait un grand service non seulement aux architectes, responsables pendant dix ans, mais à tous ceux qui emploient des bois de service, c'est-à-dire à tout le monde.

Le but de ces recherches est de donner déjà quelques indications dans ce sens.

Les personnes qui veulent prolonger la durée des bois qu'elles emploient se trouvent en présence d'une foule de produits plus vantés les uns que les autres et n'ont souvent pour se guider dans leur choix que des prospectus, naturellement élogieux, ou des attestations plus ou moins authentiques. C'est insuffisant.

Le seul moyen d'arriver à faire un choix judicieux, raisonné, parmi cette légion de mixtures diverses, est l'emploi de la méthode expérimentale.

---

1. Les cultures sont aussi plus éprouvées qu'autrefois, la vigne notamment. Renonce-t-on pour cela à cultiver la vigne ? Nullement. On lutte courageusement contre les redoublements d'attaques du mildiou par des sulfatages répétés et l'on arrive à dompter le champignon. Faisons de même pour le bois.

En ne faisant varier qu'une des conditions de l'expérience, *la nature de l'antiseptique appliqué sous la forme et la dose les plus recommandées par les fabricants* et laissant toutes les autres identiques, nature, provenance, âge des bois qui devront être pris dans la même tronce, circonstances extérieures favorisant l'altération, durée de l'expérience, en suivant, en un mot, les règles bien connues de l'expérimentation, les différences constatées ne pourront être attribuées qu'à l'élément variable, la nature de l'antiseptique. Seulement alors on aura des résultats positifs.

Il est vraiment étonnant qu'on n'ait pas encore fait d'essais comparatifs complets sur un point aussi important pour les praticiens; car on ne peut qualifier de tels les quelques résultats cidessous indiqués, les seuls qui, à ma connaissance, aient été publiés jusqu'ici.

Je ne veux pas dire par là que les miens soient complets; tant s'en faut. Il ne faut y voir qu'une ébauche, une indication d'expériences qu'il serait très utile de faire en grand et que les ingénieurs, architectes ou constructeurs entreprendront sans doute prochainement. On peut y signaler déjà deux gros défauts.

D'abord les essais n'ont pas porté sur un assez grand nombre d'antiseptiques; beaucoup de produits intéressants ont été laissés de côté[1]. En second lieu les essais n'ont pas duré assez longtemps. Il est vrai que nous avons l'intention de les continuer.

Recherches antérieures

Les seules recherches qui aient été faites dans le même esprit que les nôtres, c'est-à-dire dans le but d'apprécier la valeur antiseptique de divers produits en opérant par des procédés simples et peu coûteux (immersion ou badigeonnage) et en comparant, au bout d'une assez longue durée, les bois traités placés dans des conditions identiques, sont les suivantes :

a) Le colonel du génie autrichien Tilschkert, vice-président

---

1. J'ai voulu me limiter aux produits non dangereux, non toxiques, facilement maniables et peu coûteux puisqu'il s'agissait d'opérations simples (badigeonnage ou immersion) devant pouvoir être faites par n'importe qui et à peu de frais. En se bornant à ceux-là et ne choisissant que les antiseptiques ayant déjà fait l'objet de recherches prouvant leur valeur, on arrive au chiffre déjà considérable de cent soixante échantillons ; dessécher, peser, imprégner, installer et examiner tous ces spécimens, c'était tout ce qu'il était possible de faire dans le temps laissé disponible.

de la commission du *Merulius,* a fait en 1896 des essais avec un produit nommé *antinonnine.* Les bois badigeonnés avec une solution à 2 °/₀ étaient mélangés à d'autres non traités et tous étaient mis en contact avec des bois champignonnés. La conclusion du rapport du colonel Tilschkert est celle-ci : « L'*antinonnine,* employée simplement en badigeonnage superficiel, empêche à la fois la pénétration du champignon par le dehors et le développement des spores ou filaments qui peuvent exister dans l'intérieur de la poutre badigeonnée[1]. »

b) M. Fromont, chef de section à la compagnie des chemins de fer de l'Est, a fait en 1895 l'expérience comparative suivante :

Un bout de planche de sapin a été coupé en quatre morceaux de 40 centimètres de longueur qui ont été enfoncés jusqu'à mi-hauteur dans un terrain clos de l'administration, le 25 mars 1895, après avoir été imprégnés, l'un de *Carbolineum Avenarius,* le second d'une contrefaçon achetée à Nancy et dite *Carbolineum supra,* le troisième d'un mélange de *goudron* et de *pétrole ;* le quatrième morceau fut laissé tel quel.

Ils sont restés exposés aux intempéries jusqu'au 18 juillet 1901, soit pendant plus de six ans. En les extrayant du sol, on a constaté que les deux derniers morceaux dont il vient d'être question étaient complètement pourris, que le second, imprégné avec du *Carbolineum supra,* présentait de grosses taches de pourriture le mettant hors de service, tandis que l'*échantillon traité par le Carbolineum Avenarius était complètement sain, sans trace d'altération.*

c) Expériences de M. de Knieriem[2], professeur à la ferme-école de Peterhof, près de Riga.

L'auteur, qui habite un pays où presque toutes les constructions rurales sont en bois, constate l'augmentation toujours croissante du prix des bois de construction et montre qu'une bonne partie des recettes de l'agriculture est absorbée par la réparation de ces constructions. Il y aurait grand intérêt à réduire le

1. Voir, pour plus de détails sur les expériences du colonel Tilschkert, l'article : « La lutte contre le champignon des maisons. Expériences récentes. » (*Revue des Eaux et Forêts,* 1902, p. 513-521.)

2. Rapport sur des expériences de conservation des bois faites par le Dr W. von Knieriem, professeur à la ferme-école de Peterhof, près de Riga, publié par le Dr Kreusler, professeur à l'Académie agricole de Bonn-Poppelsdorf, dans la *Revue centrale* de Biedermann *pour la chimie agricole et l'exploitation rationnelle de l'agriculture,* juillet 1901, p. 486-488.

plus possible ces frais de réparation et à trouver des substances peu coûteuses, inoffensives, faciles à employer et telles que le bois, par simple badigeonnage ou par immersion, pût garder ses qualités premières, sinon indéfiniment, du moins très longtemps.

Guidé par ces considérations, l'auteur, écartant les produits dangereux, tels que le sublimé, ou ceux qui nécessitent des appareils compliqués et coûteux, s'est borné à essayer des substances pouvant s'appliquer au pinceau sous forme d'enduits et pénétrant dans les tissus ligneux par simple imprégnation progressive, sans aucune pression. Il prit dans un bloc d'épicéa six morceaux de 46 centimètres de longueur sur 14 centimètres d'équarrissage.

L'un (n° 1) fut badigeonné avec 70 grammes d'huile de carbolin très liquide de la maison Frisck et Cie, de Riga.

Un autre (n° 2) avec 90 grammes d'huile de créosote, de la même maison.

Un autre (n° 3) avec 130 grammes de goudron de créosote, liquide épais, de la même maison.

Un autre (n° 4) avec 100 grammes de *Carbolineum Avenarius*.

Un autre (n° 5) fut percé d'un trou dans lequel on versa une dissolution contenant 40 grammes de sulfate de cuivre et qu'on reboucha aussitôt.

Enfin le dernier (n° 6) ne reçut aucune peinture et servit de témoin.

Les morceaux de bois furent enterrés dans un sol sableux de façon que la partie supérieure affleurait. Après cinq ans ils furent extraits du sol et on constata que le n° 4, traité au *Carbolineum Avenarius*, était le seul qui fût resté complètement sain. Il était même plus dur qu'au début. Après lui venait le morceau n° 2 ; les nos 1 et 3 étaient moins bien conservés. Le morceau n° 5, traité au sulfate de cuivre, était déjà très fortement attaqué. Quant au n° 6, qui avait été enfoui tel quel, il était, quand on le déterra, presque complètement pourri.

d) En 1902, M. G. Wesenberg [1] fit des essais comparatifs sur l'action microbicide des produits suivants :

---

1. Voir le *Centralblatt f. Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten*, VIIIe volume, 1902, n° 20, traduit en français dans les *Annales de la Science agronomique française et étrangère*, 1904, t. II. Imprimerie Berger-Levrault et Cie, Paris et Nancy.

1° L'antigermine, de la fabrique de couleurs Fr. Bayer et Cie, à Elberfeld ;

2° Le microsol, de la fabrique de couleurs Rosenzweig et Baumann, de Cassel ;

3° L'afral, de la fabrique de produits chimiques de Heyden, près Dresde ;

4° Le mycélicide, de la fabrique de couleurs Fretzdorff et Cie, à Berlin ;

5° L'antiformine, d'Oscar Kühn, à Berlin.

L'afral et le mycélicide s'étant, dès le début, montrés fort peu actifs, l'auteur continua ses recherches seulement sur l'antigermine, le microsol et l'antiformine et conclut en faveur de l'antigermine.

« Une destruction rapide et complète des divers microorganismes, dit-il, n'est obtenue par l'antiformine que dans certaines circonstances (absence de matières organiques). Parmi les produits qui ont toujours une action sûre, l'antigermine occupe la première place, puis vient le microsol. Quant à l'afral et au mycélicide on doit leur refuser absolument un pouvoir désinfectant utile.

« Contre le champignon des caves (*Merulius*), l'antigermine est le seul produit qui, à la dose de 1/2 °/o, empêche tout développement de champignon sur le bois, puis vient l'antinonnine à 1 °/o ; les autres composés, même avec cette concentration, n'ont produit aucun effet.

« En présence de l'air, l'antigermine et le microsol ne s'altèrent pas ; mais l'antiformine se détruit facilement et devient sans action.

« Un produit facilement soluble dans l'eau, comme le microsol et l'afral, est naturellement très vite enlevé des surfaces badigeonnées quand il pleut et n'a plus d'effet désinfectant, tandis qu'un composé difficilement soluble, tel que l'antigermine, qui doit être employée à la façon d'un lait de chaux en remuant souvent pour mélanger le dépôt, résistera bien plus longtemps et gardera son pouvoir désinfectant. »

Nous verrons plus loin que cette assertion est inexacte en ce qui concerne le microsol ; tous les échantillons de bois immergés pendant vingt-quatre heures dans une solution à 4 °/o et laissés ensuite pendant trois ans exposés aux intempéries, étaient, après

ce long laps de temps, aussi sains que le premier jour, même le peuplier, si altérable pourtant.

e) En 1904, la station de recherches forestières de Mariabrunn expérimenta le microsol (H 1903) en solutions aqueuses de concentration diverse, 1/4 °/₀, 1/2 °/₀, 1 °/₀, 1,5 °/₀ et 2 °/₀, au point de vue de ses qualités fungicides.

Les conclusions des expériences faites par le docteur Cieslar sur des épicéas de deux provenances (Wienerwald et Erzgebirge), et dans des conditions rigoureusement identiques, sont les suivantes :

« Le bois des épicéas des deux provenances (Wienerwald et Erzgebirge) est, dans les conditions où l'on s'est placé, complètement préservé de l'attaque du *Merulius* par un badigeonnage avec une solution de microsol à 1,5 °/₀.

« Avec des badigeonnages de concentration moindre les deux sortes d'épicéas se sont comportées différemment ; le bois du Wienerwald plus léger, plus poreux, a absorbé le microsol en plus grande quantité et a été par suite mieux préservé que le bois plus dense de l'Erzgebirge. Pour le bois du Wienerwald, la dose de 1 °/₀ et même de 1/2 °/₀ a été suffisante.

« Les revêtements myCéliens étaient toujours très secs, peu vigoureux ; ils s'enlevaient facilement et complètement avec le couteau, ce qui montre que le badigeonnage est un très sérieux obstacle à la pénétration du mycélium du mérule.

« *En tout cas, la préparation microsol H de 1903 de la firme Eduard Lutz et Cie à Vienne se présente avec de très fortes qualités fungicides, et il semble établi qu'une solution aqueuse à 1,5 °/₀ suffit pour protéger le bois d'épicéa contre les attaques du mérule.* »

Il est bien certain, comme l'attestent les nombreux certificats publiés dans les prospectus des divers fabricants, que beaucoup d'autres essais ont été faits par des praticiens expérimentant pour leur propre compte tel ou tel produit. Ceux-ci ont souvent informé le fabricant du résultat obtenu et de leur opinion sur la valeur du produit. Mais on comprend que nous ne puissions tenir compte ici de tous ces documents.

Des essais comparatifs faits avec méthode et dans un esprit scientifique, publiés dans des recueils n'ayant aucune attache mercantile, ont seuls de la valeur.

Nous ne saurions trop répéter qu'il ne s'agit nullement ici des expériences très nombreuses faites par les ingénieurs sur les procédés et les matières d'injection et publiées dans les recueils spéciaux ([1]).

Qualités d'un bon antiseptique

1° Le produit doit, avant tout, être inaltérable et contenir des éléments qui, non seulement détruisent les germes animaux ou végétaux préexistants, mais encore s'opposent — *indéfiniment s'il se peut* — au développement de ceux qui peuvent venir de l'extérieur ([2]);

2° Un bon antiseptique ne doit pas altérer la force de résistance, ni les autres qualités physiques (élasticité, dureté, etc.) des tissus ligneux ; il doit ou les laisser en l'état ou les améliorer ;

3° Il faut que la substance pénètre facilement dans le bois, remplissant les lumens des vaisseaux, imprégnant les membranes des cellules, mais, en outre, qu'elle s'y fixe, en partie du moins ; il faut qu'après des lixiviations prolongées les tissus restent garantis contre l'invasion des spores ou des insectes ;

4° Il est absolument nécessaire que le produit ne soit ni toxique, ni dangereux à manier pour quelque raison que ce soit, surtout s'il doit être d'un emploi général ;

5° Sa composition doit être constante et bien définie afin que l'on soit sûr des résultats de l'opération ;

6° Il est bon, dans certains cas surtout (emploi à l'intérieur des habitations), qu'il n'ait pas d'odeur forte ou désagréable per-

---

1. Citons, par exemple, dans la *Revue générale des Chemins de fer*, un article de M. Euverte (1895) sur les procédés employés pour l'injection des traverses; la remarquable et si fouillée étude de M. Dufaux (même recueil 1898), modestement intitulée « Note sur la préparation des traverses à la Compagnie des chemins de fer de l'Est » ; un article de M. Heinzerling : « Die Konservierung des Holzes », dans *Mitteilungen des Ung. Ingenieur- und Architekten-Vereins*, 1900 et 1901, etc., etc.

2. La décomposition ou la rupture des tissus ligneux sous l'action des bactéries, des champignons ou des insectes sont les causes uniques qui accélèrent la désorganisation des bois en œuvre ; contre ces êtres l'homme peut se défendre par l'emploi des antiseptiques. Mais il y a une autre cause d'altération, excessivement lente il est vrai, contre laquelle nous ne pouvons rien, c'est l'usure atmosphérique pour les bois exposés à l'air. Les zones plus tendres de bois de printemps de chaque anneau ligneux se corrodent, se creusent sous l'action purement physique de l'air, faisant de plus en plus saillir les zones plus dures de bois d'été. Ceci ne peut évidemment se présenter que dans les bois à structure hétérogène (chêne, pin, sapin) où le bois de printemps diffère sensiblement de celui qui se fabrique en été.

sistante et qu'il ne change pas — ou à peine — la coloration du bois ;

7° Enfin, il faut qu'il soit d'un prix assez faible pour qu'il y ait intérêt à l'employer plutôt qu'à remplacer les bois avariés.

Produits expérimentés

Pour ces essais comparatifs il était tout d'abord indiqué de se servir des produits déjà expérimentés précédemment, puisqu'ils étaient réputés les plus efficaces et que leur valeur réelle ou vantée les avait tout d'abord désignés à l'attention. On a donc opéré sur les produits suivants :

1° *Carbolineum Avenarius ;*
2° *Carbolineum* — marque du Lion ;
3° Goudron des usines à gaz ;
4° Microsol ;
5° Antinonnine ;
6° Antigermine ;
7° Lysol ;
8° Acide fluorhydrique.

Dans les essais de M. Fromont, comme dans ceux de M. de Knieriem, le *Carbolineum Avenarius* s'est montré le plus efficace ; on a voulu s'assurer encore une fois de sa supériorité en le comparant à un autre produit similaire, le *Carbolineum,* dit du *Lion,* qui est souvent employé à Nancy.

Le *goudron,* depuis si longtemps usité, devait évidemnent être aussi mis à l'essai ; les carbolineums, carbonyles, carburinols, carbonéines, créosotyles, etc., sont essentiellement des huiles de goudron, plus ou moins analogues à la créosote brute.

Les résultats obtenus par la station de recherches forestières de Mariabrunn (Autriche) et par M. Wesenberg incitaient à expérimenter le *microsol* qui avait accusé dans les deux expériences de grandes qualités antiseptiques et l'*antigermine* que M. Wesenberg met au premier rang [1]. Celui-ci a essayé aussi l'*antinonnine,* produit depuis longtemps éprouvé, dit-il. Comme, en solution à 1 °/₀, il s'est montré un préservatif efficace contre l'infection par le

1. Trois autres produits, l'*afral*, le *mycéliciue*, l'*antiformine*, n'ont pas été mis en essai à cause des mauvais résultats qu'ils ont donnés entre les mains de M. Wesenberg

Merulius, toujours d'après M. WESENBERG, il a été mis aussi en expérience.

Le *lysol,* très vanté pour ses propriétés antiseptiques, pour sa force microbicide, a été également compris dans la liste des produits à expérimenter.

Quant à l'*acide fluorhydrique,* dont le nom ne figure point parmi les substances employées pour la préservation des bois, c'est à la suite d'indications données par un membre de la commission du *Merulius* que nous l'avons expérimenté.

Beaucoup d'autres produits ont été utilisés ou fabriqués en vue de la conservation des bois en œuvre ; on en invente chaque jour de nouveaux (1).

Nous avons dû nous borner à ceux qui étaient recommandés, à l'époque de nos essais, comme étant à la fois parmi les plus efficaces, les moins coûteux et les moins dangereux à employer (2).

Carbolineum Avenarius. Les produits désignés dans le commerce sous les noms de *carbolineum, carburinol, carbonyle, carbonéine, lysol,* sont extraits du goudron de houille et contiennent de la créosote. La marque *Avenarius* lancée dans le commerce en 1875 par M. Avenarius, son inventeur, se distingue par sa grande densité (1,128 à 17°), sa viscosité. Ce produit ne commence à distiller qu'à 230° ; il pénètre profondément dans les tissus ligneux qu'il imprègne de telle façon que les pluies ou l'action de l'air ne peuvent plus l'en séparer. C'est la marque la plus estimée (3).

D'après une analyse du docteur Filsinger, chimiste à Dresde, le *Carbolineum Avenarius* aurait les propriétés suivantes :

Couleur : rouge-brun ;

Densité à 17° = 1,128 ;

---

1. M. BEAUVERIE, dans son récent ouvrage *Le Bois,* déjà cité, énumère (p. 622-724) les très nombreux *procédés utilisant des actions antiseptiques* et donne (p. 672) un tableau résumé des substances employées pour la préservation des bois, dans lequel figurent quarante-six produits.

Il y en a beaucoup plus.

Consulter aussi le chapitre *Procédés artificiels de conservation* (p. 213-253) du *Traité d'exploitation commerciale des bois,* par A. MATHEY.

2. C'est pourquoi le sublimé, microbicide des plus énergiques, n'a pas été essayé, son emploi étant trop dangereux. Le chlorure de zinc, préservatif reconnu très efficace au moins pour les bois à l'abri de la pluie, aurait dû être expérimenté quoiqu'il ne soit guère en faveur en France.

3. Le concessionnaire de ce produit est pour la France M. Vallet, à Lorquin (Lorraine).

Viscosité à la même température, l'eau étant prise pour unité = 10 ;

Matières minérales (cendres) = 0,03 ;

Brûle d'une manière continue vers 190° ;

Ne commence à distiller qu'à 230° ;

De 230° à 270° il passe à la distillation 10,6 °/₀ en volume ;

De 270° à 300° il passe à la distillation 12,2 °/₀ en volume.

Le résidu de la distillation est un liquide épais, limpide, rouge-brun.

Des bois immergés dans le *Carbolineum Avenarius* et laissés à l'abri pendant quatre ans présentent à leur surface de nombreuses petites lamelles brillantes, blanches. M. le professeur Klobb, de l'École supérieure de pharmacie de Nancy, a bien voulu les analyser. Voici ce qu'il en dit :

« On a pu recueillir une faible quantité de ces paillettes et en prendre le point de fusion qui a été trouvé de 98°. On pouvait penser *a priori* que ces cristaux seraient de la naphtaline, hydrocarbure qui abonde dans les huiles de goudron de houille ; mais la naphtaline fond à 79°. En revanche il existe dans les huiles de goudron passant entre 250° et 400° un autre hydrocarbure, le phénanthrène, $C^{14} H^{10}$, qui a précisément ce point de fusion. En même temps que cet essai nous en faisions un autre sur un dépôt formé dans un bidon de ce même carbolineum. Ce dépôt, formé de cristaux empâtés dans un produit huileux, a été essoré ; puis on l'a purifié par cristallisation dans l'alcool bouillant en présence de noir animal. Les nouveaux cristaux incolores obtenus fondent à 98° comme ceux qui avaient été récoltés à la surface des bois. Ils sont comme eux insolubles dans la soude caustique.

« Pour caractériser le phénanthrène on a formé son picrate qui cristallise de l'alcool en longues aiguilles orangées et on a pris le point de fusion de son picrate qui a été trouvé voisin de 140°. Le picrate de phénanthrène fond à 143°.

« Une préparation de picrate faite avec du phénanthrène pur a donné des cristaux absolument identiques et ayant le même point de fusion. Cette identification permet de conclure au phénanthrène, à l'exclusion des autres hydrocarbures des huiles lourdes (anthracène, etc.). »

Le *Carbolineum*, marque du Lion, est un produit similaire, moins dense et moins visqueux.

Le *goudron* a été pris à l'usine à gaz de Nancy.

Le *microsol* que nous avons employé provenait de la maison Rosenzweig et Baumann, de Cassel [1]. C'est une masse pâteuse verte [2], soluble dans l'eau, essentiellement formée de sulfate de cuivre uni à quelque peu de matière organique [3].

L'*antinonnine,* livrée par la Société anonyme des produits Fréd. Bayer et Cie (24, rue d'Enghien, à Paris), est un dinitrocrésylate de potasse dont l'efficacité est vantée par divers expérimentateurs, notamment par M. Wesenberg (voir plus haut). Les bois se colorent en jaune vif.

L'*antigermine,* vendue également par la maison Fréd. Bayer, est une mixture d'une belle teinte verte. Ce produit est, comme le précédent et comme le suivant, un dérivé de la créosote.

Le *lysol* est une solution de crésylol dans du savon. Il est complètement soluble dans l'eau [4]. Il a été fourni par la Société française du Lysol. La solution employée était absolument neutre.

L'*acide fluorhydrique* de nos essais est l'acide du commerce en usage dans les verreries.

Bois soumis aux essais

Les bois soumis à l'essai ont été choisis parmi ceux qui sont le

---

1. Il est fourni en France par la fabrique de peintures *Le Vitralin,* A. Freitag et Cie, 155, rue du Faubourg-Saint-Denis, à Paris.

2. Le produit qu'a envoyé en 1903 la maison Rosenzweig et Baumann, de Cassel, était une pâte d'une teinte vert-de-gris. Il est probable qu'elle fabrique diverses mixtures auxquelles elle applique ce nom ; car dans les essais relatés plus haut, le docteur Cieslar décrit le mycrosol H de 1903 comme étant une masse brun-rouge ; c'était donc un produit différent, par la couleur tout au moins, de celui que j'ai expérimenté. La solution à 4 °/₀ est d'un beau vert, nettement acide ; le sulfate de cuivre est bleu ; mais l'addition de la créosote (ou produit voisin) a fait virer au vert ; les bois blancs (sapin, peuplier) sortent de la solution sans être sensiblement colorés.

3. L'analyse de ce produit, faite par M. le professeur Arth, directeur de l'Institut chimique de Nancy, a donné environ 70 °/₀ de sulfate de cuivre cristallisé et pulvérisé ; du sulfate de soude, du sulfate de chaux, de la silice libre en quantité assez faible ; un sel de cuivre d'un phénol sulfo-conjugué provenant probablement des produits de la distillation du bois.

4. « Le lysol, écrit M. H. de Parville, passe pour être le roi des antiseptiques, l'antiseptique général par excellence... On peut résumer les essais de MM. Gerlach et Schottelius en disant qu'avec une dose de 3 grammes par litre de lysol, on assure la désinfection des matières septiques les plus résistantes. » « Le crésylol, dit le docteur Tison, est un excellent microbicide et, à la dose de 0,30 °/₀, il a le même pouvoir antiseptique qu'une solution de sublimé à 0,25 °/₀, mais sans en avoir la toxicité et les inconvénients. On rend le crésylol soluble en l'incorporant à un savon alcalin. C'est ce produit qu'on appelle le lysol. » Il n'a jamais été préconisé pour l'antisepsie des bois en œuvre ; mais il était bon d'essayer, vu la renommée de cet antiseptique.

plus communément employés dans les constructions ou pour les meubles. Ce sont :

Le sapin (*Abies pectinata*) ;

Le pin (*Pinus*) ;

Le chêne (*Quercus robur*) ;

Le hêtre (*Fagus sylvatica*) ;

Le peuplier (*Populus*).

Le sapin, le hêtre et le peuplier ont été débités en cubes de $0^{m},15$ de côté rabotés sur toutes les faces. Le chêne et le pin ont été découpés en demi-rondelles de $0^{m},15$ à $0^{m},18$ de diamètre et $0^{m},15$ de hauteur. Tous ces bois provenaient de Lorraine, sauf le pin qui était du pin d'Alep d'origine algérienne.

Pris dans la même poutre, débités à l'état de bois vert, les échantillons ont été desséchés d'abord à l'air, puis à l'étuve, tous dans les mêmes conditions, pour qu'en les pesant aussi de la même façon, à la fin de l'expérience, on possède des données sur la grandeur relative des pertes en tissus ligneux. On a préparé trente échantillons de chaque essence. Le sapin et le peuplier, desséchés pendant six jours à l'étuve, ont subi des températures de plus en plus élevées qui n'ont pas dépassé 85°.

Les bois des autres essences ont été soumis à la dessiccation dans des chambres chauffées.

Après que tous les cubes d'essai eurent été desséchés de la même façon, ils furent immergés dans les diverses solutions antiseptiques de telle manière qu'elles pussent agir toutes *dans des conditions rigoureusement identiques* et que les résultats fussent susceptibles d'*être facilement contrôlés*.

Le chêne et le pin avaient donc tout leur aubier ; les échantillons de sapin et de peuplier renfermaient le cœur de l'arbre, mais pas ceux de hêtre, qui ont été pris dans la poutre en dehors du centre.

Mode d'imprégnation

Le motif de ces recherches étant *d'aider à établir la valeur comparative* des principaux antiseptiques qu'on peut employer sans appareil coûteux, simplement par immersion ou badigeonnage, il fallait d'abord choisir l'un ou l'autre de ces procédés d'application. On s'est décidé à opérer d'abord par immersion

pour les deux motifs suivants : ce procédé est très fréquemment utilisé ; c'est le plus rapide. Rien n'est plus simple que de plonger les bois qui ne sont pas trop lourds à manier, ni trop volumineux (échalas, pieux, lattes, planches, chevrons, même traverses de chemin de fer[1]) dans des récipients contenant la solution antiseptique. En second lieu on est, par ce moyen, bien plus sûr qu'avec des badigeonnages de placer tous les bois en expérience dans des conditions identiques, faciles à retrouver si l'on veut contrôler les résultats.

Les bois, desséchés comme il vient d'être dit, furent plongés *pendant un jour* dans les solutions suivantes chauffées au bain-marie à 60° pendant quelques heures, puis qu'on laissa refroidir.

Le *Carbolineum Avenarius* et le carbolineum — marque du Lion — furent employés tels quels, ainsi que le goudron qui provenait de l'usine à gaz de Nancy.

Le microsol, sous forme d'une pâte vert tendre, fut dissous dans l'eau chaude et les échantillons séjournèrent vingt-quatre heures dans une solution à 4 °/₀, la plus concentrée que l'on doive employer[2].

Quant à l'antinonnine elle a été aussi expérimentée à la dose la plus élevée que recommande le fabricant, soit à la dose de 2 °/₀.

L'antinonnine se présente sous la forme d'une pâte visqueuse rouge, tandis que l'antigermine, plus fluide encore, est verte. Celle-ci a été utilisée à la concentration d'un peu plus de 2 °/₀, qui est la dose recommandée par la maison Fréd. Bayer. Le lysol s'emploie à la dose maxima de 5 °/₀ pour les badigeonnages des bois et des écorces ; afin d'avoir une solution aussi efficace que possible, les bois en expérience ont été plongés pendant deux jours dans de l'eau contenant 10 °/₀ de lysol en solution neutre.

Ils sont restés le même temps dans une solution d'acide fluorhydrique du commerce à 20 °/₀.

---

1. Les 70 000 traverses du chemin de fer de Toul à Thiaucourt ont été en 1907 imprégnées de *Carbolineum Avenarius* par simple immersion à l'air libre. Ces traverses en cœur de chêne (avec la tolérance habituelle pour l'aubier) mesuraient 1m,70 de longueur, 18 centimètres de largeur de semelle et 12 centimètres de hauteur ; elles ont été plongées pendant une demi-heure dans le carbolineum chauffé.

2. « Pour des invasions très rapides de *Merulius,* disent les instructions, il est mieux d'employer moins d'eau afin d'augmenter l'action désinfectante de la solution ; on prend alors une solution à 3 ou 4 °/₀ et l'on n'ajoute pas de chaux. » C'est ce qu'on a fait.

Après l'immersion, les bois plongés dans les carbolineums avaient la teinte brune bien connue.

En sortant de la solution de microsol les bois n'étaient pas sensiblement colorés bien que la dissolution, très riche en sulfate de cuivre, fût franchement glauque. Mais avec l'ammoniaque ou le prussiate jaune de potasse il était facile de s'assurer que le cuivre avait pénétré jusqu'au cœur du sapin ou du peuplier. Dans l'antinonnine les bois avaient pris une belle coloration jaune.

Il est inutile de dire que les bois plongés dans le lysol et l'acide fluorhydrique avaient gardé leur teinte primitive.

Vitesse d'imprégnation

Il est certain que cette longue durée d'immersion (vingt-quatre heures), adoptée dans le but de faire fonctionner les produits dans les meilleures conditions, pourrait être très notablement réduite sans inconvénient, comme le montrent les essais suivants :

a) *Carbolineums chauffés vers 60°.*

1° Du bois vert de hêtre et de charme a été desséché vingt-quatre heures à l'étuve à 60-90°. Plongé *pendant cinq heures* dans du carbolineum à 60°, ce bois (vert ou sec) est imprégné jusqu'au centre et la coloration se montre de suite sur ces fragments de planches ayant 27 millimètres d'épaisseur.

2° Du hêtre (bois bien desséché à l'air) a été mis *pendant dix minutes* dans du carbolineum à 60° ; le bois est complètement injecté et la teinte apparaît aussitôt dans toute la masse.

3° Des fragments de planches de sapin immergés *pendant cinq minutes* et examinés quatre jours après sont imprégnés jusqu'au cœur, mais guère mieux que ceux dont l'immersion n'a duré qu'*une minute.*

b) *Carbolineums à la température ordinaire (vers 18°).*

Des planches en bois de hêtre bien sec de 27 millimètres d'épaisseur et de 9 × 9 centimètres de surface s'imprègnent entièrement après un très court séjour (de trois à dix minutes) dans le carbolineum à la température ordinaire, à condition qu'on n'examine l'intérieur de la planche qu'au bout d'un mois environ ; car l'imprégnation se fait peu à peu de proche en proche

et la coloration brune caractéristique finit par envahir toute la masse ([1]).

Un autre fragment de planche semblable plongé dans le *Carbolineum Avenarius* pendant vingt-huit heures n'a été imprégné jusqu'au centre que huit jours après ([2]).

Il en est de même du sapin. Le cœur de chêne dans le carbolineum même chauffé ne s'imprègne pas sensiblement à la pression ordinaire, tandis que l'aubier absorbe très bien le carbolineum ou la créosote, même à froid. Voici du reste les résultats de quelques essais d'absorption de carbolineum par un certain nombre de bois pris tous à l'état de dessiccation maximum à l'air libre.

Feuillus. — On a foré dans vingt-huit échantillons de divers bois des trous de 34 millimètres de profondeur et 9 millimètres de diamètre qu'on a remplis en même temps de *Carbolineum Avenarius* et l'on mesurait de temps en temps le nombre de millimètres absorbés dans ces trous pratiqués parallèlement au fil du bois sur une section transversale.

Les *bois à gros vaisseaux* n'absorbent pour ainsi dire rien dans leur duramen à cause des amas de cellules (thylles) ou des petites masses de gomme de bois qui obstruent les lumens des vaisseaux. Ceux-ci ont cependant quelquefois près d'un demi-millimètre de diamètre. Ainsi chêne rouvre, chêne rouge, orme de montagne, robinier, frêne n'ont absorbé en sept jours de cette colonne liquide de 34 millimètres qu'une fraction variant de 3 à 5 millimètres ; c'est vraiment insignifiant ([3]).

Les *bois à vaisseaux fins* sont bien plus aptes à l'imprégnation. Ainsi, quatre heures après le remplissage, le hêtre, qui n'a que des vaisseaux fins, avait absorbé ces 34 millimètres déjà depuis

---

1. Cet échantillon ($9^{cm} \times 9^{cm} \times 2^{cm},7$) n'a eu toute sa masse colorée qu'au bout d'un mois et, en marquant chaque semaine les limites de la partie colorée sur des fragments fraîchement fendus, on pouvait suivre jour par jour les progrès.

2. Il a absorbé dans ces conditions (bois desséché à l'air, immergé vingt-huit heures dans le carbolineum à température ordinaire) 19 grammes pour un poids de 144 grammes et un volume de 207 millimètres cubes, ce qui correspond à 92 kilogr. ou litres au mètre cube. Or si la compagnie des chemins de fer de l'Est injecte les traverses de hêtre à raison de 300 litres par mètre cube, la compagnie du Nord adoptait une dose moitié moindre. Le fragment a donc absorbé le tiers de ce que la compagnie de l'Est fait absorber après étuvage et sous la pression de 5 atmosphères. Il peut très bien se faire que cette dose soit suffisante.

3. Même fait a été constaté pour le févier, l'ailante, le châtaignier, le noyer, tandis que l'aubier de ce dernier s'imprègne facilement.

quelque temps, le peuplier tremble ne laissait plus que 1 millimètre au fond du godet ; coudrier, platane, alisier torminal avaient fait disparaître respectivement 16, 13 et 10 millimètres ; charme, alisier blanc, aubépine, bouleau 9 millimètres, sorbier domestique 7 millimètres.

Vingt-quatre heures après le remplissage, le liquide versé dans les bois de hêtre, tremble, coudrier, platane avait entièrement disparu ; les alisiers, le charme, l'aubépine, le bouleau, le peuplier pyramidal avaient absorbé de 20 à 26 millimètres, les érables et le sorbier domestique de 10 à 16 millimètres, le houx 7 millimètres, le cerisier 4 millimètres et le saule marceau 2 millimètres seulement [1].

Deux jours après, l'aubépine, le peuplier pyramidal, les alisiers, le charme, le bouleau avaient tout consommé.

Au bout de sept jours les érables champêtre, plane et sycomore et le sorbier domestique avaient absorbé les $2^{cm^3},5$ de carbolineum représentant le volume du trou pratiqué, tandis que le houx n'en avait pris que 23 millimètres, le cerisier 12 millimètres et le saule marceau 4 millimètres.

« On peut [2], sous le rapport de la grosseur des vaisseaux, grouper les principaux bois comme il suit :

« 1° *Vaisseaux très gros.* — Chênes à feuilles caduques ; châtaignier ;

« 2° *Vaisseaux gros.* — Orme, frêne, robinier, mûrier, micocoulier, noyer ;

« 3° *Vaisseaux assez gros.* — Bouleau, peupliers ;

« 4° *Vaisseaux fins.* — Érables, aunes, charme, coudrier, hêtre, platane, cerisiers, pruniers, tilleuls, marronnier, saules ;

« 5° *Vaisseaux très fins.* — Pommiers, poiriers, alisiers, sorbiers. »

Tous les bois des deux premières catégories qui ont été essayés (chêne rouvre, chêne rouge, châtaignier, orme, frêne, robinier, noyer auxquels on peut ajouter l'ailante et le févier à trois épines

---

1. Cette grande différence de faculté d'imbibition entre deux bois de texture auss semblable que ceux des saules et des peupliers a de quoi surprendre. Voulant m'assurer que la première constatation n'était pas un fait accidentel, j'ai recommencé sur les grands échantillons de la collection de l'École et j'ai encore trouvé une imbibition à peu près nulle pour le saule marceau, très forte pour le peuplier tremble et le peuplier pyramidal.

2. *Flore forestière*, par A. Mathieu, 4e édition, 1897, p. 668.

se refusent à absorber dans leur duramen [1] le *Carbolineum Avenarius* à la pression et à la température ordinaires. Ceci est dû, en grande partie, à la présence des thylles qui obstruent le lumen des vaisseaux.

Tous les bois des trois autres catégories, sauf le saule marceau, se sont montrés, dans ces mêmes conditions, plus ou moins absorbants. Celui qui possède la plus grande faculté d'imbibition est, sans conteste, le hêtre. Après lui viennent les peupliers, le platane, le coudrier, puis le charme, le bouleau, les alisiers (blanc et torminal), l'aubépine [2]. Un autre groupe serait formé par les érables et le sorbier domestique. Enfin le cerisier, mais surtout le saule marceau se sont montrés les plus rebelles à l'imprégnation. Pas n'est besoin d'ajouter qu'il ne s'agit ici que de simples indications et qu'on ne doit pas considérer l'ordre ci-dessus comme rigoureux et immuable. C'est le résultat fourni par une seule série d'échantillons ; avec d'autres différant par la densité, par la largeur des couches, par leur âge, par le contournement des fibres, on aurait probablement obtenu une liste quelque peu différente.

Résineux. — La vitesse d'imprégnation a été déterminée dans les mêmes conditions que ci-dessus chez le sapin, l'épicéa, le pin sylvestre, le pin de montagne.

Quatre heures après le remplissage des trous à paroi lisse forés dans le bois jusqu'à 34 millimètres de profondeur avec un diamètre de 9 millimètres, le sapin avait tout absorbé, le pin de montagne et le pin sylvestre de Norvège, tous deux à accroissements très minces, avaient absorbé 9 millimètres et le bois d'épicéa s'était montré le plus rebelle [3].

Vingt-quatre heures après le remplissage l'absorption s'était élevée à 27 millimètres pour le pin sylvestre, à 19 millimètres pour le pin de montagne et à 4 millimètres seulement pour l'épicéa.

Cette différence si frappante dans la faculté d'imprégnation de

1. L'aubier des chênes pédonculé, yeuse, liège, du noyer noir, du noyer commun absorbent bien le carbolineum; il y a pourtant quelques anomalies, l'aubier d'un yeuse de l'Hérault (nº 102) n'a pas absorbé tandis que même le cœur d'un yeuse de Corse (nº 113) a peu à peu résorbé la liqueur.

2. On a constaté aussi que l'aune blanc, l'aune glutineux, le marronnier s'imprégnaient facilement : mais de tous les bois indigènes c'est celui du buis qui est le plus rebelle. Peu de bois exotiques ont été essayés ; le *Quebraco colorado* se refuse à toute absorption.

3. A tel point qu'au bout de huit jours il restait encore 6 millimètres de liquide au fond du trou.

deux bois d'une texture si semblable [1] est-elle un fait accidentel ou, au contraire, est-elle constante et caractéristique de l'espèce ? Quatre autres essais faits sur quatre échantillons de sapin et autant d'épicéa de diverses provenances, appartenant aux collections de l'École forestière, ont confirmé la première constatation. *Il faut donc admettre que le sapin, dans toutes les régions de son bois, mais surtout dans l'aubier, s'imprègne bien plus vite que l'épicéa* dans les conditions où on s'est placé [2].

Le pin Weymouth s'imprègne aisément, surtout dans l'aubier. Quant au mélèze, on a comparé un bois de mélèze de cent quatre-vingts ans, de densité 0,655, crû en massif serré, à l'altitude de 1 100 mètres, dans la forêt de Chamonix (Haute-Savoie), avec un mélèze planté dans le Puy-de-Dôme, ayant une faible densité et une croissance extraordinairement rapide ; les cernes du centre ont de 8 à 9 millimètres d'épaisseur comme ceux de la périphérie. Les cernes du mélèze de Chamonix n'ont que de $0^{mm},5$ à

---

1. On ne signale guère d'autre différence que la présence dans le bois d'épicéa de rares canaux résinifères qui manquent dans le sapin.

2. 1° Comparons un épicéa de soixante-quinze ans, ayant 32 mètres de hauteur et $1^{m},55$ de tour, à bois léger mou, de croissance très rapide, provenant de plantation faite dans la forêt domaniale de Gouaille (Doubs), à 740 mètres d'altitude, avec un sapin de cent trente-sept ans (bois de mâture) de la forêt de Comefroide (Aude), à 1 100 mètres d'altitude. Deux godets ont été creusés pour chaque échantillon, l'un dans l'aubier, l'autre près du centre. Une demi-heure après le remplissage, l'aubier du sapin a déjà absorbé 7 millimètres, les autres godets ne montrent qu'une imbibition insignifiante, égale d'ailleurs. Vingt-deux heures après le remplissage, le godet de l'aubier du sapin est vide, celui de l'aubier de l'épicéa n'a perdu que 9 millimètres et ceux des deux duramens 3 millimètres. Sept jours après le remplissage l'aubier de l'épicéa a absorbé 26 millimètres, le cœur du sapin 10 millimètres, celui de l'épicéa 8 millimètres. Et cependant les cernes de l'épicéa sont plus larges que ceux du sapin.

2° Si l'on compare maintenant un bois de sapin de belle qualité, de densité 0,432 (cent quinze ans ; $1^{m},55$ de tour ; forêt de la Franée [Jura]), avec un bois d'épicéa qui semble réunir toutes les conditions favorables à une imprégnation rapide [densité faible 0,337 ; bois très léger et très mou ; croissance très rapide ; âge peu avancé ; arbre planté dans la forêt domaniale de Grand-Côte (Doubs)], on voit que ce dernier, *au bout de quatre jours,* a absorbé : aubier, 33 millimètres ; cœur, 27 millimètres, tandis que le godet creusé dans le cœur du sapin est depuis deux jours vide et que, dans celui de l'aubier, le niveau a baissé de 42 millimètres. Si le cœur du sapin s'est imprégné plus vite que l'aubier, ce qui est anormal, cela tient sans doute à ce que les couches centrales ont 5 millimètres d'épaisseur et les couches périphériques 2 millimètres seulement, tandis que (ce qui prouve bien l'influence spécifique) les couches centrales de l'épicéa ont de 6 millimètres à 8 millimètres d'épaisseur, les couches périphériques de 4 millimètres à 5 millimètres, avec une densité moindre, et que néanmoins l'imprégnation y est moins active.

3° Enfin deux sapins du Jura ont été comparés avec deux épicéas des Vosges. L'aubier des deux sapins, bien que formé de couches minces, a bien plus vite absorbé le carbolineum que l'aubier des épicéas dont les cernes étaient cependant bien plus larges. Les quatre duramens se sont comportés à peu près de même.

2 millimètres d'épaisseur. Malgré cette énorme différence, les deux godets centraux restent pleins dans les deux mélèzes et les deux aubiers s'imprègnent à peu près également.

Faculté d'imbibition. — C'est la propriété qu'a un volume de bois déterminé d'absorber et de garder dans ses tissus une plus ou moins grande quantité d'une substance donnée.

Elle peut être différente de la vitesse d'imbibition ou d'imprégnation. Une substance (le goudron chaud, par exemple, ou un sel facilement cristallisable par évaporation) peut imbiber plus ou moins rapidement les tissus avoisinant les surfaces de contact (vitesse d'imprégnation); mais, si elle devient peu fluide ou se solidifie, ou si elle n'imprègne pas à fond les parois (micelles), y progressant peu à peu elle ne pénétrera pas très loin et les tissus ligneux, obstrués dans les zones superficielles, ne pourront admettre de nouvelles doses de la substance. La faculté d'imbibition sera faible. Dans le cas contraire, si les éléments des parois cellulaires s'imprègnent rapidement, poussant en avant la matière incessamment reçue par l'arrière, l'absorption pourra se prolonger longtemps; la faculté d'imbibition sera très grande. C'est encore dans le hêtre qu'elle semble atteindre son maximum pour les produits dérivés de la créosote. Semblable à une éponge, le bois de hêtre non seulement absorbe de grandes quantités de la plupart des antiseptiques, mais il transsude, il rejette le surplus, même quand on opère sans pression. Aussi, dans les chantiers des compagnies de chemins de fer où l'on injecte sous pression (5 atmosphères au chantier de la compagnie de l'Est, à Amagne), on limite volontairement la quantité de créosote à injecter dans les traverses de hêtre [1].

On peut se faire une idée grossière de cette faculté d'imbibition pour chaque bois et chaque substance en observant le temps que

---

1. « Une traverse en hêtre de $2^m,65 \times 0^m,245 \times 0^m,150$ absorbe 25 à 28 litres de créosote, soit environ 270 à 300 litres par mètre cube réel (environ dix traverses sans flaches par mètre cube).

« Dans ces conditions le chêne est injecté *à refus* et pénétré jusqu'au cœur où l'on constate des teintes plus ou moins prononcées.

« Le hêtre, au contraire, pourrait absorber beaucoup plus, *mais on s'est limité au maximum de 300 litres,* parce qu'une longue expérience a fait reconnaître que cette quantité de créosote était nécessaire, mais suffisante, pour bien imprégner les tissus et assurer la parfaite conservation de ce bois si éminemment putrescible à l'état vierge. » (Note sur la préparation des traverses à la compagnie des chemins de fer de l'Est, par M. V. Dufaux, *Revue générale des chemins de fer,* 1898.)

mettent à se vider des cavités de même volume et de même surface creusées dans le bois et constamment remplies, dès qu'elles sont vides, avec la substance à essayer, et le nombre de fois que l'on a à faire cette opération pour un volume de bois déterminé.

Feuillus. — Parmi les dix essences feuillues qui ont été observées à ce point de vue et qui sont le hêtre, le coudrier, le charme, le platane, le peuplier tremble, le peuplier pyramidal, l'aubépine, le bouleau, l'alisier blanc et l'alisier torminal (1), c'est le hêtre qui, avec le tremble, accuse la plus grande faculté d'imbibition. Les trous cylindriques d'une capacité de $2^{cm^3},5$ creusés dans chacun de ces prismes de bois ont été remplis une troisième fois et, quinze heures après le remplissage, le trou du tremble était vide; dans ceux du hêtre et du coudrier le niveau avait baissé de 26 millimètres et, respectivement, de 21, 15 et 13 millimètres dans ceux du platane, du bouleau et du peuplier pyramidal. Viennent ensuite les deux alisiers (blanc et torminal) avec une baisse de 10 millimètres, l'aubépine et le charme avec une baisse de 7 et de 6 millimètres.

Tel est l'ordre dans lequel se rangent, au point de vue de la faculté d'imbibition, les bois examinés.

Si l'on fend suivant l'axe du trou cylindrique de 34 millimètres de profondeur les échantillons précédents qui ont reçu trois doses de carbolineum on voit une traînée brune, très nettement limitée, allant du fond du trou à l'extrémité de l'échantillon en suivant le fil du bois. Cette traînée, de $1^{cm},5$ de largeur, indique le chemin parcouru par le carbolineum qui, sans diffluer ni à droite ni à gauche, est venu transsuder à la face inférieure de l'échantillon en quantité d'autant plus forte que la vitesse d'imbibition était plus grande. La teinte ne va pas en se dégradant sur les côtés de cette bande brune dont la limite était des plus nettes chez le tremble, le hêtre, le charme, le coudrier, l'alisier torminal, l'alisier blanc (2). Puisqu'une portion de la substance injectée transsude, même sans pression, on voit qu'avec les liquides tels que

---

1. Tous ces échantillons étaient parfaitement comparables; ils faisaient partie d'une collection de bois aussi desséchés à l'air que possible et mesurant $17^{cm} \times 9^{cm} \times 2^{cm},7$.

2. Cette traînée brune ne s'observait pas chez le bouleau, ni le platane; on n'a pu voir le chemin suivi par le carbolineum, absorbé pourtant en assez grande quantité. Sur le cerisier cette traînée brune très nette se voyait aussi et allait jusqu'à la face inférieure de l'échantillon. Tous ces prismes avaient environ 20 centimètres de hauteur.

les carbolineums et avec les petits échantillons employés, la faculté d'imbibition ne peut se mesurer exactement. Pour un produit donné agissant de la même façon sur des bois feuillus également desséchés, l'imbibition varie suivant que les vaisseaux sont libres ou obstrués par des thylles, suivant que les fibres sont droites ou contournées [1], que les couches sont jeunes ou vieilles, que le bois est dense ou léger, suivant d'autres conditions, encore inconnues, tenant à la forme et à la composition chimique des éléments ligneux.

Résineux. — Des quatre bois de résineux essayés, c'est le sapin qui accuse la plus grande faculté d'imbibition. Le godet rempli le soir était toujours vide le lendemain et, bien qu'on l'eût rempli six fois, la traînée brune, peu nettement limitée, n'atteignait que la moitié de la hauteur de l'échantillon. Il n'y avait eu aucune exsudation sur la face inférieure ; tout le liquide donné a été retenu par le bois. Dans l'épicéa, autour du trou cylindrique et même près du fond, le bois avait gardé sa belle couleur blanche ; il n'y a eu aucune pénétration [2]. Dans le pin de montagne (bois de cœur), l'imprégnation s'est faite aussi suivant la direction générale des fibres, mais, comme chez le sapin, la traînée brune finit en pointe avant d'atteindre la base de l'échantillon ; elle ne garde pas jusqu'au bout la même largeur comme chez les feuillus. Bref, *l'imbibition présente chez les résineux des différences notables avec ce que l'on voit chez les feuillus.*

Structure anatomique du bois de hêtre. — Comme le bois de hêtre, produit en si grande quantité en France et dans le monde, est un bois éminemment putrescible à l'état vierge, éminemment durable une fois injecté — les traverses de chemin de fer en hêtre injecté durent plus que celles en chêne injecté, — comme il absorbe facilement de très fortes doses d'antiseptiques, il doit être regardé comme le *type des bois aptes à l'injection* et, à ce titre, il est intéressant de connaître sa structure anatomique, de même qu'en sa qualité de bois promptement altérable, même à l'abri (dans les

1. L'échantillon de saule marceau avait ses fibres très contournées, ce qui a été une circonstance défavorable à l'imbibition.

2. Il est vrai que l'échantillon présentait une condition défavorable. En le sectionnant suivant l'axe du trou, on voit près du fond un petit nœud noir avec contournement de fibres qui a gêné la pénétration.

galeries de mines), il importe de décrire ses processus de décomposition et les champignons qui les provoquent.

Ce bois, très bien étudié par Sanio, Hartig, Strasburger, se compose d'éléments fibreux (vaisseaux, trachéides et fibres libriformes ou fibres-trachéides) et d'éléments parenchymateux (cellules du parenchyme ligneux, cellules des rayons médullaires).

Les *vaisseaux* sont presque régulièrement distribués dans la couche annuelle, ne diminuant en nombre et en grosseur qu'à l'extrême limite de cette couche. Leur ponctuation varie suivant la sculpture des cellules avoisinantes; mais il n'y a pas dans les éléments du bois de hêtre d'épaississements spiralés, réticulés ou annelés. La longueur des vaisseaux varie entre $0^{mm},45$ et $0^{mm},65$; celle des trachéides entre $0^{mm},6$ et $0^{mm},9$ et celle des fibres libriformes entre $0^{mm},8$ et $1^{mm},3$.

Quant à leur nombre, il varie, toujours d'après Hartig, entre 100 et 200 par millimètre carré; leur surface transversale médiane oscille entre 2 et 4 millièmes de millimètre carré. Dans le bois normal, même à l'âge le plus avancé, *jamais les vaisseaux ne sont obstrués par des thylles* ([1]). Il y en a au contraire dans ceux du faux cœur (cœur rouge du hêtre); aussi celui-ci ne s'imprègne pas dans toutes ses parties, même sous pression. Les trachéides ont une paroi mince; elles sont plus courtes que les fibres libriformes, plus longues et bien plus étroites que les vaisseaux; la forme et le nombre de leurs ponctuations diffèrent autant que chez les vaisseaux. Ces trachéides sont normalement fermées aux deux extrémités; mais on en trouve aussi qui ont en ces points une perforation et doivent donc être considérées comme des vaisseaux, quoique, par leur forme et leur faible diamètre, elles soient une simple modification des trachéides proprement dites.

Les *fibres libriformes* ou *fibres-trachéides* constituent la masse solide du bois de hêtre. Elles sont fusiformes, à paroi épaisse et ne présentent que de rares ponctuations. Les quelques rangées de cellules qui limitent chaque anneau ligneux sont constituées par elles uniquement. Comme il n'y a pas de vaisseaux, la dispo-

---

1. On sait que les thylles sont des amas arrondis de cellules à parois molles qui, par les ponctuations, font hernie à l'intérieur des vaisseaux; plus tard, ces cellules grossissent et se collent à la paroi des vaisseaux. Les thylles renferment de la gomme de bois et sont colorés en brun. Leur production est due à plusieurs causes; ainsi on en trouve dans les bourrelets cicatriciels. M. Tuzson a pu en faire naître sous l'influence des filaments mycéliens sur des fragments de bois frais artificiellement infestés par des spores.

sition radiale régulière de ces fibres-trachéides n'est pas troublée ; tangentiellement aplaties, présentant des ponctuations aréolées sur les parois tangentielles, elles ressemblent aux trachéides des dernières assises de l'anneau ligneux des bois résineux. Leur lumen est très réduit.

Le *parenchyme,* disséminé en petites lignes courtes, concentriques, entre les autres éléments, consiste en organes se terminant en pointe aux deux extrémités, à parois assez minces, et partagées par des cloisons transversales en trois ou quatre cellules. Leurs parois sont munies de petites ponctuations simples, souvent groupées et leur intérieur renferme des produits de formation et de sécrétion. C'est là et dans les rayons médullaires que s'emmagasinent les matériaux de réserve destinés à l'édification des cellules qui vont se former l'année suivante.

Les *rayons médullaires* sont inégaux, soit épais, soit minces ou très minces [1], assez hauts (5 millimètres), médiocrement serrés. Ils sont constitués par des cellules parenchymateuses de forme variée. Les couches internes de ces cellules montrent, quand on les déchire, une structure spiralée qui augmente leur résistance à l'écrasement tangentiel et leur maintient une certaine élasticité facile à constater sur les épais rayons médullaires qu'on voit souvent en saillie à la surface du bois pourri.

Grâce à l'absence de vaisseaux dans les dernières assises du bord externe de chaque couche où il n'y a guère que des fibres-trachéides, les accroissements sont très distincts. On peut aisément déterminer l'âge de l'arbre en comptant le nombre des couches sur une section transversale rabotée, surtout si l'on avive leur limite par une matière colorante quelconque, ou même de l'humus. Ces couches sont crénelées, rentrantes au passage des larges rayons [2].

Densité. — La proportion de ces divers élements est de grande importance pour les propriétés techniques du bois. Sa densité dépend en première ligne du nombre des fibres libriformes et,

---

1. Tantôt ils ne comprennent qu'une ou deux rangées de cellules ; les larges rayons en ont de vingt à vingt-cinq.

2. Tous ces éléments sont très peu tannifères ; je n'ai trouvé, soit dans le bois périphérique, soit dans le bois central d'un hêtre de cinquante ans, que 0,2 % de tannin, c'est-à-dire des traces.

par suite, du nombre et de la grosseur des vaisseaux. Comme la formation des fibres à parois épaisses est liée à l'alimentation de l'arbre, la qualité du bois dépend de l'abondance du courant de sève (qui est réglé par l'ampleur de la cime) et de ses qualités nutritives. Le nombre et la largeur des vaisseaux s'accroissent avec l'âge puisque, avec la croissance, augmentent les exigences en eau de transpiration, laquelle circule par les vaisseaux des couches extérieures. La densité doit évidemment diminuer à mesure qu'augmentent le nombre et le diamètre des vaisseaux, c'est-à-dire à mesure que l'arbre avance en âge, jusqu'à une certaine limite. C'est ce que prouvent les chiffres suivants dus à Hartig, qui a déterminé la densité des diverses régions d'un arbre prises à 1^{m},30 au-dessus du sol.

Périodes d'accroissement	Densité
—	—
0- 30 ans	0,751
30- 60 —	0,715
60- 90 —	0,662
90-120 —	0,645

Si l'on considère du bois de hêtre de diverses provenances, on constate qu'à l'inverse de ce qui se passe pour les chênes la densité n'est nullement en relation avec l'épaisseur des accroissements. D'après les échantillons des collections de l'École forestière, la densité du hêtre, arrivé à son maximum de dessiccation à l'air libre, varie de 0,68 à 0,90.

Le courant de sève passe par les couches extérieures de l'arbre. Au delà des quarante à soixante-dix derniers cernes qui servent de lit au courant d'eau de transpiration (ou plus exactement de chlorovaporisation), il y a une partie centrale sèche, habituellement rougeâtre, mais vivante et exempte de thylles. Sa teinte rougeâtre tient à la gomme de bois des cellules parenchymateuses. Cette portion centrale ne sert pas au courant de sève et les parois des cellules n'ont que de l'eau d'imbibition ; cependant, si l'on sectionne les couches extérieures, l'eau absorbée par les racines peut passer par les couches internes.

Normalement on ne trouve, même dans les plus vieux arbres, que ces couches extérieures conductrices d'eau et cette portion centrale sèche. Mais souvent on voit au centre des tiges un cœur coloré en brun, soit uniformément, soit par zone ; comme il

n'existe pas normalement, on l'appelle *faux duramen* ou simplement *bois rouge* (1).

Bois rouge ou faux cœur du hêtre. — Les propriétés de cette modification anormale, mais fréquente, du bois de hêtre sont très importantes au point de vue des emplois de ce bois, et l'on n'est pas encore complètement d'accord sur sa formation, sur sa résistance, sur sa durée, puisque, jusqu'à ces derniers temps, les compagnies de chemins de fer rebutaient les traverses ayant une certaine proportion de bois rouge (lequel ne s'injecte pas partout, même sous pression). Aussi n'est-il pas inutile de résumer ici ce que les travaux récents hongrois (2) et allemands (3) nous apprennent sur cette question d'un intérêt technique évident.

Le faux cœur provient habituellement de branches pourries, de blessures dans le voisinage desquelles il est le plus développé; de là il se rétrécit vers le haut et vers le bas, mais il s'allonge davantage vers le bas. Une transformation semblable du bois normal se fait autour des blessures.

Ces deux modifications tiennent à ce que les cellules du parenchyme ligneux surtout, et, à un moindre degré, des autres éléments, se chargent d'une matière gommeuse spéciale d'un brun rouge (gomme de bois) qui imprègne les parois, et aussi à ce que les vaisseaux sont oblitérés par des thylles. Cette gomme se forme sur place par transformation de l'amidon (4).

Mais tandis que le bois brun de protection qui se forme autour des blessures se limite à leur voisinage et ne s'étend pas, le faux duramen s'élargit toujours davantage; sous ce rapport il diffère du premier et se rapproche du cœur normal. Dans ce faux dura-

---

1. Les données précédentes sur la structure anatomique du bois de hêtre sont extraites en grande partie de la *Flore forestière*, par A. Mathieu, et du récent travail du Dr Johann Tuzson (*Anatomische und mykologische Untersuchungen über die Zersetzung und Konservierung des Rotbuchenholzes*. Berlin, chez J. Springer, 1905. Prix : 5 mks).

2. Voir la brochure citée plus haut du Dr Johann Tuzson, privat-docent au Polytechnikum de Buda-Pest.

3. Voir l'article de E. Herman, « Ueber die Kernbildung der Rotbuche » (*Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen*, octobre 1902), et les publications antérieures de R. Hartig.

4. Thylles et gomme sont sans doute la cause de la plus grande densité du cœur rouge. Sur un hêtre de la forêt de Haye (Grande Malpierre est, parcelle B4) examiné en 1888, j'ai trouvé 0,647 pour la densité du bois sain périphérique et 0,712 pour celle du cœur rouge; les échantillons avaient été desséchés à 100° à l'étuve pendant deux jours.

men, on trouve toujours, surtout aux environs de la moelle, des filaments mycéliens ; ce sont eux qui en provoquent la formation. C'est un tissu de protection qui, par l'obstacle mécanique des thylles et de la gomme, par l'augmentation de la densité, fait obstacle au développement vers l'aubier des mycéliums internes. Les essais de culture et les observations à l'air libre ont montré que plusieurs champignons provoquaient la formation du faux duramen. M. Tuzson cite *Tremella faginea* Britz., *Stereum purpureum* Pers., *Hypoxylon coccineum* Bull., *Bispora monilioides* Corda, *Schizophyllum commune* Fr., peut-être aussi *Stereum hirsutum* Willd. Cet auteur n'a pas observé que le *Polyporus fomentarius* L., qui provoque si souvent la décomposition des hêtres sur pied, ait occasionné un seul faux duramen ; il croit que ce parasite énergique décompose immédiatement la tige sans amener sa duraminisation.

Le bois rouge est plus dur et plus dense que le bois normal. Il ne s'imprègne qu'en partie ; même les portions les plus colorées ne s'injectent pas du tout. Les compagnies de chemins de fer rebutent pour ce fait les traverses qui présentent du bois rouge et il y a parfois de ce chef un déchet considérable dans ce mode de débit ; car dans certaines forêts beaucoup d'arbres ont du bois rouge.

Ont-elles tort ou raison ?

M. Hermann dit qu'on ne doit pas rebuter le bois rouge parce qu'il résiste mieux à la décomposition que le bois normal injecté de chlorure de zinc. M. Tuzson arrive à une conclusion un peu différente. « On peut (p. 74) employer en toute assurance le faux duramen pour traverses de chemins de fer quand on utilise des procédés d'imprégnation peu coûteux garantissant une durée ne dépassant pas dix ans ; car les parties moins durables s'imprègnent et peuvent ainsi lutter contre les causes de décomposition ; les parties plus teintées ne s'imprègnent pas, mais sont par elles-mêmes résistantes.

Si l'on use de procédés coûteux d'imprégnation par lesquels on veuille faire durer le bois de hêtre vingt-cinq ans et plus, on ne doit pas, autant que possible, employer le bois rouge. En tout cas, il ne doit y en avoir que sur la semelle de la traverse et sur une hauteur de 4 à 5 centimètres. A la longue, les zones foncées de bois rouge tombent aussi en décomposition et, comme elles

ne se laissent pas imprégner, elles facilitent l'entrée dans l'intérieur de la traverse des champignons destructeurs.

Décomposition et champignons du bois de hêtre

Bien que le bois de hêtre soit un de ceux qui attirent le plus l'attention par son abondance, son importance comme bois d'industrie, sa déplorable aptitude à la décomposition, il n'a guère été bien étudié à ce dernier point de vue que tout récemment dans le travail, déjà cité, de M. Tuzson auquel est empruntée une partie de ce chapitre.

On peut partager les phénomènes de décomposition du bois de hêtre abattu en deux groupes, ceux que l'on observe sur le bois fraîchement abattu, dont les cellules sont encore vivantes, et ceux que l'on constate sur le bois desséché, aux cellules mortes.

Occupons-nous d'abord du premier groupe.

On sait que le bois de hêtre exposé aux influences atmosphériques, surtout à l'humidité, subit très vite dans toute sa masse une transformation frappante ; l'intérieur devient, d'abord par place, plus tard partout, d'un brun violet rougeâtre.

Le bois brun est traversé bientôt par des flammes blanches qui s'étendent peu à peu jusqu'à ce qu'il soit *pourri blanc* dans toute la masse ; en même temps on y voit des lignes noires irrégulières, très nettes, séparant ces parties blanches des portions restées brunes.

Quand le bois a pris cette teinte brune, les praticiens disent qu'il est *échauffé;* c'est le premier degré d'altération.

Certains rapportaient cet *échauffement* à des causes internes devant être cherchées dans la substance même du bois et le considéraient comme une transformation chimique spontanée et progressive.

Si l'on examine au microscope du bois brun de hêtre ainsi échauffé, on voit que le brunissement est dû à une matière brune qui se sépare dans les cellules parenchymateuses du bois, apparaissant sous forme de *gouttes,* de *granules,* de *dépôts pariétaux.* Sur des coupes plus épaisses, on voit que cette matière colore aussi, mais plus faiblement, les parois de tous les organes. Par ses réactions, cette matière, semblable à celle du faux cœur, est

aussi de la *lignigomme* ou *gomme de bois*. Dans le bois échauffé, elle se forme aux dépens des matières nutritives contenues dans les cellules du parenchyme, lesquelles restent vivantes encore longtemps après l'abatage.

Les vaisseaux du bois *échauffé* renferment des thylles comme ceux du *faux cœur*, mais en bien moindre quantité, surtout dans le bois écorcé. La production de lignigomme et de thylles progresse bien plus énergiquement dans le bois sous écorce que dans le bois écorcé. Le microscope le montre ainsi que les essais d'imprégnation.

Le bois *échauffé*, à l'état de *bois en œuvre*, s'imprègne très bien, ce qui n'arrive pas pour le bois *échauffé sous écorce*. La cause en est que, dans le bois sous écorce, le parenchyme est encore nourri après l'abatage par les éléments nutritifs des cernes extérieurs et du liber et fournit plus de matière pour la formation de la lignigomme et des thylles que le parenchyme du bois écorcé et travaillé; celui-ci ne peut transformer que ses propres éléments.

En outre, on trouve de-ci de-là, isolés ou parfois en amas, des filaments mycéliens qui apparaissent à la surface du bois en un jour ou deux dans les cultures sous verre.

Tant que, dans le bois échauffé, n'apparaissent point les taches blanches, c'est-à-dire tant que la lignigomme et avec elle la teinte brune n'ont pas disparu, le microscope ne montre pas sur les parois cellulaires d'indice net de décomposition.

Mais les raies blanches accusent une altération franche; les lamelles tertiaires et secondaires des parois cellulaires sont attaquées. On y voit des lignes festonnées, sinueuses indiquant l'érosion de la paroi qui, finalement, disparaît par places.

Lors de l'apparition des parties blanches et même déjà avant, on voit dans le bois brun les lignes noires dont on a parlé.

Pour s'assurer des causes de l'*échauffement* du bois de hêtre et des propriétés des champignons qui y participent, M. Tuzson a fait de nombreux essais d'infection.

Dans des verres stérilisés, hermétiquement clos, il a mis des fragments de bois fraîchement débités ayant en eux l'humidité nécessaire au développement des champignons et il y semait les spores des espèces que l'on voit le plus habituellement sur le hêtre. D'autres fragments identiques, mais non ensemencés,

étaient traités de la même façon. Ceux-ci, après deux et trois ans de séjour dans les verres, sont encore inaltérés, tandis que les fragments infectés ont présenté, presque tous, plus ou moins vite les caractères du *bois échauffé.*

Donc il est prouvé que *ce sont exclusivement les champignons dont on trouve les filaments dans le bois échauffé qui provoquent cet échauffement et la décomposition qui en est la suite.*

Ce sont ces champignons dont nous rencontrons à chaque pas les fructifications sur le bois de hêtre, soit en forêt, soit dans les places de dépôt, partout où il est resté assez longtemps à l'air.

Les cellules vivantes du parenchyme du bois fraîchement abattu réagissent contre l'attaque de ces champignons en formant de la lignigomme et des thylles, ce qui provoque le premier et brusque changement de coloration, le brunissement. La pourriture blanche qui vient après est due exclusivement à l'action destructrice des hyphes.

Dans les fragments non infectés gardés sous verre pour la comparaison il ne s'est pas formé de thylles. Il est certain que les cellules parenchymateuses sont incitées à la production des thylles uniquement par l'action des filaments mycéliens. Cette production progresse plus ou moins uniformément, provoquée par les ferments que sécrètent les hyphes et qui se répandent dans les cellules avoisinantes.

Dans les essais dont on va rendre compte les cubes de hêtre témoins se sont comportés bien différemment, suivant qu'ils étaient à l'abri dans des galeries de mine de fer (à Ludres) ou qu'ils étaient exposés aux intempéries pendant le même laps de temps (trois ans).

Les deux cubes témoins, placés dans ces dernières conditions, ont leur surface rugueuse et sillonnée de fentes nombreuses dont la largeur augmente vers la surface et dont beaucoup n'atteignent pas la section médiane (qui est à 7 ou 8 centimètres de la base du cube). Ils sont très nettement décomposés et altérés sur toutes leurs faces, mais bien plus à la périphérie qu'à l'intérieur. Bien qu'ayant perdu 28 °/₀ de son poids le bois offre encore de la résistance et n'est pas hors d'usage.

Les cubes restés dans les galeries à l'abri de la pluie, de la neige, des variations d'humidité et de température du sol et de l'atmosphère ont perdu jusqu'à 35 °/₀ de leur poids primitif. La

décomposition s'y est faite d'une tout autre façon. Les cubes sont en apparence sains ; leur surface est bien lisse, continue, sans fentes. Mais, si l'on fait une section médiane, on voit le centre sillonné de larges fentes qui, à l'inverse des précédentes, se ferment près de la surface. Ces fentes sont garnies de plaques d'un mycélium blanc [1]. Ces cubes, intacts en apparence, sont très légers et *sonnent le creux,* tandis que le cube voisin microsolé rend le son normal. La densité du hêtre témoin de la série C n'est plus que de 0,396 après trois ans de séjour dans l'air humide et tempéré des galeries ; elle a diminué de près de moitié.

Ces hêtres des galeries montrent le type le plus net de bois échauffé, uniformément brun, devenu absolument inutilisable sous l'unique action du champignon. Ce bois n'a plus aucune résistance ; il est hors d'usage.

Voici les champignons qui, d'après les observations et les essais d'infection de M. J. Tuzson, ont la plus grande part dans les phénomènes de décomposition du hêtre.

Stereum purpureum Pers. — En première ligne il faut citer le *Stereum purpureum* [2], champignon hyménomycète de la famille des Téléphorées.

Ses fructifications forment des plaques coriacées, de 1 centimètre à 3 centimètres de largeur, souvent aussi plus grandes ou plus petites, qui se développent sur les sections d'abatage ou de tronçonnement du hêtre.

Elles commencent par la formation d'une croûte mycélienne petite, ronde, blanchâtre ou violette. « Quand elle a ainsi atteint un diamètre d'environ 1 centimètre, son bord supérieur qui est libre croît horizontalement en forme d'éventail ou de coquille à marge entière et courbée en dessus. La face supérieure de ce

1. La moitié du cube a été placée sous une cloche hermétique dans un milieu aseptique; l'autre a été laissée à côté en plein air dans le sous-sol du laboratoire. On verra bientôt quels sont les champignons qui, en trois ans, ont fait disparaître la moitié de la matière ligneuse.

2. C'est un de nos mycologues forestiers les plus distingués, M. d'Arbois de Jubainville, conservateur des forêts en retraite, qui a le premier en France signalé l'importance de l'action destructive du *Stereum purpureum* sur le bois de hêtre. Ce savant qui a tant contribué à rectifier les idées erronées qui avaient cours en France sur les causes des altérations des bois et à prouver qu'elles étaient toutes dues à des champignons dont chacun produit une décomposition spéciale, a donné dans la *Revue des Eaux et Forêts* de 1890 (p. 277) une excellente description du *Stereum purpureum* et des altérations qu'il provoque.

chapeau est velue, grisâtre ou fauve, plus ou moins zonée. La face inférieure ou hyméniale est coriace, glabre, purpurine ou lilas. Le tissu intermédiaire est blanchâtre, fibreux.

« Ces chapeaux horizontaux et semi-circulaires sont rarement isolés ; ordinairement ils se groupent en grand nombre. En se développant ils se soudent à leurs voisins par leurs bords latéraux et forment chacun un lobe du chapeau composé résultant de leur jonction. De nombreuses rangées de ces chapeaux s'étagent aux extrémités des troncs de hêtres, se pressent les unes au-dessus des autres et leur ensemble prend ainsi un aspect imbriqué. » (D'Arbois de Jubainville.)

Les spores sont unicellulaires, longuement cylindriques ou ovales, incolores, ayant 5-7 μ de long sur 2,5-4 μ de large.

Le mycélium est incolore et d'épaisseur variable. Dans le bois sous la fructification les hyphes ont 2-4 μ. Ceux qui pénètrent plus loin dans le bois sont d'ordinaire plus fins ; on en mesure qui ont 0,4 μ. Ils pénètrent assez vite le bois dans toute sa longueur et provoquent au début d'abord l'échauffement, plus tard la pourriture blanche. D'ordinaire le bois sous écorce gisant en forêt ou ailleurs est complètement échauffé en trois ou quatre mois(1). « Des hêtres abattus en hiver, près Darney (Vosges), sont tronçonnés en billes de 4 mètres et conduits sur le chantier de l'usine. Dès le mois de juillet ou d'août suivant, les extrémités des billes commencent à s'altérer. Au mois d'avril de l'année suivante, soit environ un an après le tronçonnement, la décomposition atteint parfois toute la longueur des billes, en sorte qu'il ne reste plus de bois sain susceptible d'être utilisé par l'industrie. Très souvent nous avons vu le *Stereum purpureum* sur les hêtres exploités, et même sur leurs souches, d'où il atteignait et tuait les rejets provenant de bourgeons adventifs. » (D'Arbois de Jubainville.)

Hypoxylon coccineum(2) Bull., dont les fructifications se voient

1. M. Tuzson a trouvé l'intérieur de traverses de chemin de fer complètement brun cinq ou six mois après l'abatage en hiver ; les taches blanches de la pourriture se voyaient un mois ou deux après.

2. L'*Hypoxylon coccineum* ou *Sphæria fragiformis* Pers. ou *Sphæria rubra* Willd. est une Sphériacée de la section des Phæosporées composées qui, d'après Saccardo, habite les rameaux du hêtre et, plus rarement, des chênes, saules, charmes, bouleaux, etc.

très souvent sur le bois de hêtre pourri. C'est lui qui, avec le précédent, provoque le plus fréquemment l'échauffement et la décomposition du bois. Ses fructifications sont globuleuses, habituellement de la grosseur d'un pois, mais elles peuvent acquérir de plus fortes dimensions; elles sont souvent groupées. A l'état jeune elles sont verdâtres, violettes, grises ou jaunâtres et revêtues d'un hyménium conidiophore; plus tard les fructifications deviennent rouge brique à la surface, noires à l'intérieur. On les voit d'ordinaire sur la section transversale, plus tard aussi sur l'écorce. Le mycélium brunâtre a 2-4 μ d'épaisseur au voisinage des fructifications.

Le mycélium pénètre le bois vite et profondément comme celui du *Stereum purpureum*.

Sur les traverses de chemin de fer en bois de hêtre échauffé, M. Tuzson n'a jamais vu apparaître que les fructifications de ces deux espèces.

Bispora monilioides (1) Corda. — Les spores de cette espèce germent facilement sur le bois frais du hêtre et les chaînes de conidies y forment sur les sections transversales ou longitudinales des revêtements noirs. Les fragments infectés artificiellement ont été complètement recouverts de ces conidies en l'espace d'un mois. A l'air libre on observe les taches noires quatre ou cinq mois après l'abatage. Les filaments pénètrent à travers toute la masse provoquant l'échauffement du bois; ils ont une épaisseur variable. Les filaments fins sont incolores et très difficiles à constater dans le bois, même à un fort grossissement, comme ceux des espèces précédentes. Dans les fragments infectés la plupart des hyphes d'un brun jaunâtre clair avaient 2-3 μ d'épaisseur avec des parois assez épaisses et formaient souvent des zig-zags et des dichotomies coralliformes. La forme apothécie n'est pas encore exactement connue.

Tremella faginea (2) Britz. — On trouve très fréquemment les fructifications de ce champignon sur le bois de hêtre en train de

1. Le *Bispora monilioides* Corda est une Dématiée de la section des Didymosporæ, sous-section des Micronemeæ.

2. *Tremella faginea* Britz., hyménomycète de la famille des Tremellacées. « *Habitat in truncis fagineis* », dit Saccardo.

pourrir. Elles sont gélatineuses, d'une teinte olive ou noire. On le voit plus tardivement apparaître que les espèces précédentes sur le bois abattu, normalement après deux ou trois ans. Ses filaments traversent en tous sens le bois déjà partiellement décomposé par les espèces précédentes.

Les fragments d'aubier frais infectés par ce champignon s'échauffèrent et, huit mois après, apparut le mycélium en forme d'ouate blanche qui se développa en bourrelets et en filaments enchevêtrés et qui s'étendit même sur la paroi du vase.

Le *Tremella faginea* ne semble pas être en cause lorsqu'il s'agit d'un échauffement rapide du bois de hêtre ; il n'arrive qu'après, mais n'en est pas moins un destructeur dangereux ; car c'est un des premiers saprophytes du bois desséché.

Par les temps humides on voit en grande quantité sur les branches, sur les bûches de chauffage ses fructifications de taille variable, ayant jusqu'à 10 centimètres de long et 4 à 5 centimètres de large. Les basidiospores manquent sur les fructifications fraîches, vigoureuses, brillantes ; elles n'apparaissent que plus tard quand des jours secs succèdent à des temps humides et que les fructifications sont recroquevillées.

Les spores ont $4\text{-}5 \times 11\text{-}18\ \mu$; elles sont incolores, un peu courbées, à bouts arrondis ; à l'intérieur on voit des granules et des gouttelettes de taille variable.

Schizophyllum commune Fr. — C'est encore un des destructeurs du bois de hêtre. Les essais d'infection montrent qu'il peut s'installer sur le bois frais et que ses filaments en pénétrant dans les tissus ligneux peuvent en provoquer le brunissement et l'échauffement. A l'air libre, cette espèce, comme la précédente, ne s'installe que tardivement sur le bois dont il amène la pourriture blanche. Très souvent il décompose le bois sec mis en œuvre.

Les fructifications de cette agaricinée assez commune dans toute la France sont sessiles, en forme de coupe ; les lames hyméniales épaisses et creusées, sur la tranche, d'une gouttière longitudinale, se bifurquent plusieurs fois. Le chapeau très poilu est blanc ou gris rosé ; les lames sont blanchâtres, puis rosées.

Tels sont les champignons qui, d'après les essais d'infection et les observations à l'air libre de M. J. Tuzson, provoquent l'échauffement et la décomposition ultérieure du bois de hêtre. Les deux

espèces qui sont à la fois les plus répandues et les plus actives sont, sans conteste, le *Stereum purpureum* et l'*Hypoxylon coccineum*.

Durée des traverses de chêne et de hêtre

Pour montrer l'efficacité des antiseptiques tels que la créosote et ses dérivés, efficacité qui se manifeste évidemment aussi bien dans tous les emplois des bois en plein air que dans l'emploi comme traverses de chemins de fer, nous ne pouvons mieux faire que de rapporter un extrait de l'étude approfondie de M. Dufaux (*loc. cit.,* p. 152). « Le hêtre et le chêne créosotés sont exclusivement employés aujourd'hui sur tout le réseau de l'Est... Les proportions moyennes pour mille des traverses retirées de toutes nos voies pendant vingt-sept ans sont données par un graphique qui fait ressortir l'utilité du créosotage, mais qui est surtout intéressant par la comparaison qu'il permet d'établir entre la durée totale du chêne et celle du hêtre créosotés.

« On constate en effet que le chêne non préparé aura duré environ quinze ans, que le chêne créosoté durera environ vingt-cinq ans et que le hêtre créosoté ne sera remplacé qu'après trente ans environ.

« Au bout de quelques années dans les voies très fatiguées, la traverse en chêne créosoté subit une désagrégation mécanique dans les entailles, par suite de l'écrasement sous les rails des couches annuelles du bois. Les fibres se séparent et se brisent du côté de l'entaille où la charge est la plus forte ; la poussière et l'eau qui pénètrent entre ces fibres arrivent ensuite à les décomposer et il faudrait resaboter de plusieurs centimètres les emplacements des rails pour maintenir la traverse en service. Son épaisseur permet rarement de faire cette opération et la traverse ne peut plus être employée dans les voies principales.

« Il n'en est pas de même de la traverse en hêtre qui se conserve intacte. Aussi préférons-nous le hêtre au chêne pour les lignes à grand trafic...

« En résumé, nous estimons que *les traverses en chêne créosoté ont une durée de quinze à vingt ans* dans les voies principales et ensuite de dix ans dans les voies de service ; *celles en hêtre, bien*

préparées[1], *de dimensions fortes, peuvent durer vingt à vingt-cinq ans* dans les voies principales et servir aussi une dizaine d'années dans les voies de garage. Ces résultats font que la *compagnie de l'Est n'a pas intérêt à employer des traverses métalliques...*

« En l'état actuel il suffit d'acheter environ 250 000 traverses neuves pour l'entretien de tout le réseau.

« Dans ces conditions *nous prenons tout le hêtre que nous trouvons sur le réseau* et nous complétons par du chêne la quantité à approvisionner. »

Voilà des expériences faites en grand et dans les meilleures conditions de précision et d'impartialité. Le hêtre créosoté dure plus non seulement que le cœur de chêne tel quel, mais que le cœur de chêne créosoté. On ne voit pas pourquoi d'autres bois s'imprégnant à peu près aussi facilement que le hêtre, tels que le peuplier, le sapin, ne se comporteraient pas aussi vaillamment. Des clôtures, échalas, pieux, planches, etc., en bois tendre, de peu de valeur, bien imprégnés de créosote ou de carbolineum, ou de microsol ou de tel autre antiseptique ayant fait ses preuves, dureront probablement autant, sinon plus, qu'en cœur de chêne.

Dispositif des essais

Comme il s'agissait de rechercher, entre les antiseptiques les plus vantés, d'emploi facile, non dangereux, et en même temps peu coûteux, ceux qui préservaient le mieux le bois des altérations quelconques, aussi bien de celles dues aux intempéries, aux alternatives de sécheresse et d'humidité qu'à celles qui sont le résultat des attaques de divers champignons, on a placé les bois imprégnés dans deux milieux très différents. Les uns ont été exposés en plein air dans des jardins où ils étaient enfouis presque entièrement dans du terreau ou du fumier. La section transversale supérieure était en saillie de quelques centimètres. Ils recevaient librement la pluie, la neige, le soleil.

---

1. « Des morceaux de traverses en hêtre non créosoté ou en hêtre mal préparé (injecté à 12 kilogr. par exemple), placés dans le pourrissoir au moment de son installation en décembre 1901, ont été décomposés au bout de quelques mois ; le hêtre bien préparé a résisté jusqu'à présent. » (Chantier de préparation des traverses de la compagnie de l'Ouest à Surdon (Orne), par J. Merklen, ingénieur. Extraits de la *Revue générale des chemins de fer*, mai 1905.)

Les autres ont été placés à l'abri de toutes ces influences atmosphériques dans des galeries servant à l'exploitation du minerai de fer oolithique de Lorraine. Dans ces galeries horizontales creusées à 10 mètres au-dessous de la surface, à sol simplement frais, suffisamment aérées mais où l'air ne se renouvelle que lentement, règne une température constante de 10 à 12°. Ces conditions sont *a priori* favorables à la végétation des champignons, et l'observation le prouve; car les étais des galeries, ainsi que les voussoirs, sont couverts de mycéliums variés à stroma anormalement développé parmi lesquels beaucoup appartiennent à diverses Polyporées et notamment au *Merulius lacrymans*. On y voit aussi nombre d'agaricinées, et surtout des *coprins*.

On a disposé dans des galeries abandonnées [1] les bois en expérience, soit sur la terre même pour la série C, soit, pour la série D, sur des planches déjà infestées par les champignons. Ces bois sont restés exposés pendant trois ans aux spores et aux mycéliums sans qu'on y ait touché.

Tous ces échantillons pesés après dessiccation ont été placés l'un près de l'autre, mais sans contact, et dans des conditions identiques, de façon que, à la fin de l'expérience, les différences constatées dans l'état des tissus ligneux, dans leur résistance à l'écrasement, dans leur densité, etc., ne pussent être attribuées qu'à l'action de l'antiseptique.

Les bois à l'air libre et dans les galeries de mines, mis en place en septembre 1903, ne furent extraits qu'en octobre 1906, soit après un peu plus de trois ans.

Bois en plein air. — La série A fut placée au jardin de l'École forestière dans un endroit bien découvert, et enfouie jusqu'à rez terre dans du fumier. Elle comprenait huit échantillons de chacune des cinq essences suivantes : chêne, pin d'Alep, hêtre, peuplier, sapin, soit en tout quarante spécimens. Les sept antiseptiques employés furent : *Carbolineum Avenarius*, carbolineum marque du Lion, microsol, antinonnine, goudron, acide fluorhy-

---

1. Nous remercions vivement M. Fould, industriel, propriétaire de la mine de Ludres, près Nancy, qui nous a aimablement autorisé à nous servir de ses galeries, et M. Romestan, le chef mineur, qui nous a prêté le concours le plus dévoué.

Les séries de bois en plein air furent disposées l'une dans le jardin de l'École forestière, l'autre dans un jardin d'une petite ville (Vézelise) située à 30 kilomètres de Nancy et jouissant à peu près du même climat.

drique, lysol. Le huitième échantillon de chaque espèce fut placé tel quel pour servir de témoin, de terme de comparaison.

La série B, installée dans le jardin de Vézelise, comprenait quarante fragments identiques aux précédents, imprégnés de la même façon avec les mêmes antiseptiques et placés dans du terreau de couche où ils étaient aux trois quarts enfouis.

Bois à l'abri. — La série D, placée sur des planches champignonnées dans la galerie 4 *bis* de la mine de fer de Ludres, renfermait quarante échantillons des mêmes essences; les antiseptiques employés furent les mêmes que les précédents moins le lysol reconnu inefficace; en outre l'antigermine fut essayée sur des cubes de chêne, de hêtre, de sapin accompagnés, naturellement, de cubes témoins.

La série C fut disposée sur le sol même dans une galerie voisine (3 *bis*). Elle comprenait quarante échantillons des mêmes bois imprégnés des mêmes solutions fungicides : *Carbolineum Avenarius,* carbolineum, marque du Lion, goudron, microsol, lysol, acide fluorhydrique.

Pour varier les conditions, les cubes d'essai furent placés non plus sur des planches champignonnées, mais sur le sol au voisinage de bois infestés de mycélium. Ce sont ces galeries qui, après beaucoup de recherches, ont paru le milieu le plus favorable pour le développement des champignons. Les étais et les planches qui forment le boisement de la galerie maîtresse avoisinante sont couverts de mycéliums parmi lesquels se trouve fréquemment celui du *Merulius;* les champignons trouvent là des conditions très favorables (obscurité, air humide, stagnant, température constante); en outre, dans ces galeries abandonnées, les spécimens peuvent rester vingt ans sans être dérangés.

RÉSULTATS

I — BOIS EN PLEIN AIR

(En contact avec le sol, le terreau, le fumier)

Série A — Bois placés dans du fumier

(Jardin de l'École forestière)

État des bois

Les quarante échantillons exposés pendant trois années en plein air dans les conditions précédemment énoncées ont été examinés le 4 octobre 1906.

Voici les résultats de cet examen qui a été complété par des pesées.

1. *Carbolineum Avenarius.* — Les cinq cubes d'essai (chêne, pin d'Alep, hêtre, sapin, peuplier) semblent extérieurement en parfait état. La surface inférieure est encore onctueuse et tache les doigts.

Tous ces bois, plongés pendant vingt-quatre heures dans le *Carbolineum Avenarius,* se sont admirablement comportés.

Tous, même le peuplier, si altérable, étaient aussi sains qu'au moment de la mise en place (voir le n° 11 de la planche VI à comparer avec le n° 14 de la planche II).

Ces bois humides, laissés pendant quinze jours sur le plancher d'une chambre, se couvrent de moisissures superficielles, peu adhérentes, sauf sur le peuplier où elles ne disparaissent pas même sous d'énergiques coups de brosse [1].

2. *Carbolineum,* marque du *Lion.* — Les cinq échantillons se montrent aussi, après ces trois ans d'exposition aux intempéries, absolument inaltérés [2].

---

1. Les champignons peuvent donc très bien recouvrir du bois enduit de carbolineum ; mais, même sur le peuplier, ces moisissures ne pénétraient pas dans le bois.

2. Les cubes de peuplier traités par les deux carbolineums ont été sciés par le milieu et les faces sciées ont été immédiatement appliquées sur du papier de soie. Le *Carbolineum Avenarius* y a laissé une empreinte bien plus nette et plus teintée que celle du carbolineum du Lion.

3. *Lysol.* — Le chêne est couvert de moisissures blanches sur toutes les faces et l'aubier est manifestement altéré, surtout à la face inférieure de la demi-rondelle.

Les zones de bois de printemps du pin d'Alep sont usées, corrodées sur tout le pourtour.

Le cube de hêtre porte des champignons sur toutes les faces et le bois est altéré (l'ongle s'y enfonce aisément) surtout à la face inférieure.

Le sapin a le bois de printemps usé sur la base du cube.

Quant au peuplier, il est complètement décomposé dans sa partie souterraine.

Donc, pour ces cinq essences, le lysol, bien qu'employé à dose très forte, s'est montré un fort mauvais préservatif contre les altérations dans la terre humide et dans le fumier.

4. *Microsol.* — Au contraire, tous les échantillons immergés dans une solution de microsol à 4 °/₀ se sont parfaitement maintenus. Même le peuplier, si putrescible, retiré de cette couche de terreau et de fumier où il est resté enfoui pendant trois ans, exposé à la pluie, à la neige, aux alternatives de température, de sécheresse et d'humidité, aux attaques des champignons, s'est tenu en parfait état de conservation, comme le montrent les planches I et II qui figurent les surfaces réduites aux 6/10es.

Planche I. — Sur la planche I on a représenté la face inférieure de l'échantillon microsolé (n° 8), face correspondant à une section transversale de la tige. *Elle ne montre aucune trace d'altération,* non plus que les faces latérales (sections tangentielles de la tige). On y voit seulement une *roulure partielle* qui existait au début de l'expérience. Elle ne s'est pas agrandie et les tissus ligneux de bordure ne se sont point du tout altérés, pendant ces trois années de séjour dans le fumier.

Le cube témoin, au contraire, est arrivé *au dernier degré de décomposition.* Une des arêtes a même disparu par suite de sa transformation en humus (voir la figure, planche I).

Planche II. — Pour voir si la préservation des tissus n'avait eu lieu qu'à la surface dans le peuplier microsolé et jusqu'à quelle profondeur s'était manifestée la décomposition du bois dans le peuplier témoin, on a scié par le milieu les deux échantillons normalement à l'axe de la tige. Ces sections médianes, représentées sur la planche II, montrent nettement que les tissus ligneux sont

aussi indemnes au centre qu'à la périphérie pour le peuplier microsolé, aussi altérés pour l'échantillon témoin. Du reste le tableau ci-après, relatif à la perte en poids, c'est-à-dire à la disparition de la matière organique, dispense de longues explications.

5. *Antinonnine.* — Le chêne montre des moisissures ; tout l'aubier enfoui est décomposé.

Le pin d'Alep est bien conservé, quoique les zones de bois de printemps soient un peu corrodées.

Sur le hêtre, moisissures nombreuses ; bois enfoui profondément altéré, surtout à la face inférieure.

Les zones de bois de printemps dans le cube de sapin sont en partie détruites.

Chez le peuplier, revêtu d'abondants mycéliums, l'altération est profonde de toutes parts ; le bois est très spongieux ; les racines le pénètrent facilement ; des mycéliums de coprins s'y nourrissaient et avaient développé un groupe de fructifications.

D'après cet essai l'antinonnine serait un très mauvais préservatif contre les altérations que le bois est exposé à subir dans la terre et dans le fumier en plein air.

6. *Goudron.* — Les échantillons des cinq essences mises en expérience (chêne, pin d'Alep, hêtre, sapin, peuplier), immergés pendant vingt-quatre heures dans du goudron provenant des usines à gaz, ne montraient après trois ans d'enfouissement dans le pourrissoir du jardin de l'École forestière aucun indice d'altération.

7. *Acide fluorhydrique.* — L'aubier du chêne est entièrement détruit et le duramen de la face inférieure commence à s'altérer.

Le pin d'Alep est en bon état sauf l'usure prononcée des zones de bois de printemps.

La partie enfouie du cube de hêtre est manifestement altérée ainsi que celle du sapin dont les zones de bois de printemps sont très usées sur la face inférieure.

Quant au cube de peuplier, il est arrivé, comme ceux qui ont été traités par le lysol et par l'antinonnine, au dernier degré de la décomposition ; les deux tiers de la matière ligneuse ont disparu.

La face supérieure du sapin restée à l'air libre est indemne ; mais la face inférieure en contact avec le terreau (fumier) est altérée, les zones de bois d'été s'y présentent en fortes saillies, ainsi que sur les faces latérales de la portion enfouie.

8. *Témoins.* — Des cinq sortes de bois mis en expérience tels quels, simplement après dessiccation, c'est le sapin et le pin d'Alep qui ont le mieux résisté; le bois n'est pas décomposé; on ne constate, comme sur les échantillons traités par l'acide fluorhydrique, l'antinonnine et le lysol, que l'usure plus ou moins accusée des zones tendres.

Les cubes de sapin et les demi-rondelles de pin d'Alep plongés dans les carbolineums, le goudron et le microsol sont intacts et ne présentent aucune trace d'usure, même sur la face inférieure la plus exposée.

Ainsi pour ces deux essences les quatre derniers antiseptiques se sont montrés efficaces; les trois premiers n'ont eu aucun effet.

L'aubier du chêne est absolument pourri et le cœur même s'est détérioré d'une façon marquée.

L'échantillon est dans un état encore un peu plus mauvais que ceux traités à l'acide fluorhydrique et à l'antinonnine.

Le hêtre est très notablement altéré, mais pas plus que les cubes traités à l'acide fluorhydrique, à l'antinonnine ou au lysol; les autres n'offrent aucun indice de décomposition.

Mêmes observations pour le peuplier avec cette différence très significative que *le peuplier,* soit laissé tel quel, soit immergé dans l'acide fluorhydrique, dans l'antinonnine ou le lysol, *est, après trois ans d'exposition à l'air* par sa face supérieure et de contact avec le sol (terreau, fumier) par sa face inférieure, *totalement décomposé,* tandis que les échantillons *traités par le Carbolineum Avenarius, le Carbolineum du Lion, le goudron ou le microsol sont aussi sains qu'au début de l'expérience.*

Perte en matière organique

Dans ce qui précède, l'action des divers antiseptiques a été appréciée à l'aide de caractères ne nécessitant l'emploi d'aucun instrument; l'aspect général, les modifications dans la teinte, dans l'odeur, dans la dureté, la grandeur des crevasses et des vides, etc., ont servi de critérium.

On peut aller plus loin et se rendre compte par des pesées de la quantité *approximative* de matière organique qui a disparu au détriment de la résistance, de l'élasticité, de la durée du bois. A ces divers points de vue le meilleur antiseptique sera celui qui

empêchera toute transformation (solubilisation ou combustion) de la matière ligneuse primitive, lui maintenant ses qualités physiques originelles ; ce qui se peut apprécier le plus aisément par le poids (1).

Le tableau suivant donne les poids des échantillons d'essai de la série A pesés avant et après leur mise en expérience, tous dans les mêmes conditions :

ESSENCES	*CARBOLINEUM AVENARIUS*				CARBOLINEUM marque Lion				GOUDRON			
	Nos	Avant	Après	Différence	Nos	Avant	Après	Différence	Nos	Avant	Après	Différence
		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.
Chêne	13	890	1 060	g. 170	15	1 125	1 250	g. 125	21	795	785	p. 10
Pin d'Alep	9	1 285	1 640	g. 355	13	830	975	g. 145	19	770	785	g. 15
Hêtre	12	2 430	2 855	g. 425	16	2 185	2 765	g. 580	20	2 150	2 655	g. 505
Peuplier.	11	1 275	1 840	g. 565	19	1 245	1 865	g. 620	25	1 350	1 230	p. 120
Sapin	10	1 395	1 690	g. 295	18	1 325	1 600	g. 275	23	1 325	1 400	g. 75
		7 275		1 810		6 170		1 745		6 390		465

Comparons d'abord les poids et les sections médianes des cubes d'essai plongés soit dans le goudron, soit dans les carbolineums.

Observations. — 1. Comme la dessiccation a été opérée avant et après à peu près de la même façon et qu'il n'y a pas eu de perte sensible en matière organique, ce qui est prouvé par l'état de la surface et de la section médiane des quinze échantillons, l'augmentation de poids des échantillons carbolinés provient exclusivement de l'antiseptique absorbé ; cette augmentation s'élève pour les cinq espèces réunies à 25 °/₀ environ du poids du bois desséché à l'étuve.

Elle est insignifiante pour le goudron, sauf en ce qui concerne le hêtre dont le bois s'imbibe avec une facilité particulière et a augmenté son poids de 25 °/₀.

2. Cette différence entre les carbolineums et le goudron de gaz s'explique par ce fait que les carbolineums ont imprégné également tous les tissus des bois sans duramen (peuplier, hêtre) jus-

1. Il y aurait mieux à faire. Par l'emploi du microscope et des réactifs microchimiques on pourrait préciser l'action des divers antiseptiques sur les différents éléments des tissus, l'intensité et la ténacité de leur fixation, les modifications chimiques ou physiques qu'ils y déterminent, la façon et la cause de leur résistance aux attaques des champignons, des insectes, aux influences atmosphériques. Mais il faut reconnaître que nous ne possédons jusqu'alors presque aucune donnée sur ces points si importants pour la pratique.

qu'au centre et tout l'aubier des bois à duramen bien distinct (chêne, pin), partiellement même ce duramen, tandis que le goudron ne forme qu'un mince revêtement de 1 millimètre environ autour du chêne, du pin et du peuplier (1), chez le hêtre l'imprégnation du goudron est bien plus profonde.

Les bois sans duramen semblent avoir absorbé moins de *Carbolineum Avenarius* que de carbolineum Lion ; l'augmentation de poids a été de 17 °/₀ avec le premier pour le hêtre et de 26 °/₀ avec le second ; le poids du peuplier s'est accru de 44 °/₀ dans le *Carbolineum Avenarius* et de 49 °/₀ dans l'autre marque.

Les bois à duramen au contraire n'ont augmenté dans cette dernière mixture que de 11 °/₀ (chêne) et 17 °/₀ (pin d'Alep), tandis que l'accroissement de poids a été, avec le *Carbolineum Avenarius,* de 19 °/₀ (chêne) et 27 °/₀ (pin d'Alep).

Sur la périphérie des rondelles (pin, chêne) le goudron ne pénètre pas et ne forme qu'un enduit, tandis que, sur ces mêmes rondelles, non seulement tout l'aubier est entièrement pénétré, mais certaines couches du duramen du pin d'Alep sont injectées soit entièrement, soit partiellement et, alors, c'est toujours la zone de trachéides du bois d'été, à lumen étroit et à parois épaisses, qui absorbe surtout l'antiseptique. Sur le chêne le carbolineum a pénétré aussi par les fentes dans le duramen qui les avoisine.

Cette expérience montre que pour imprégner aussi complètement que possible des poutres de 15/15 centimètres (et probablement avec le même succès des bois d'un plus fort équarrissage, des traverses de chemin de fer, par exemple) il n'est nullement besoin d'appareils compliqués. Il suffit d'immerger les bois pendant vingt-quatre heures dans du carbolineum en opérant pendant les chaleurs de l'été pour rendre ces produits aussi fluides que possible et augmenter ainsi leur force de pénétration ; mais il est certain que l'imprégnation est beaucoup plus rapide avec du carbolineum chauffé à 60°.

Quelques essais préalables indiqueront le laps de temps nécessaire pour une imprégnation complète et montreront sans doute qu'il suffira de quelques heures et peut-être d'une demi-heure (2).

---

1. Sur les sections faites dans le sens des fibres, on voit le goudron sous forme de lignes noires très ténues pénétrer dans le lumen des vaisseaux du peuplier jusqu'à une profondeur de 3 à 4 centimètres.

2. Nous avons déjà dit que ce procédé d'injection, le plus simple de tous, allait être

Quant au goudron, même chauffé à 50° ou 60°, il n'a pénétré dans aucun des bois expérimentés, sauf quelque peu dans le hêtre. On peut cependant arriver à faire absorber aux bois 30 à 50 °/₀ de leur poids sec de goudron en rendant celui-ci plus liquide par l'action de la chaleur et en utilisant, comme force mécanique, la condensation de la vapeur d'eau produite à une température élevée. Le bois est immergé et en alternant les effets de chauffe et de refroidissement on peut arriver, dit M. Melsens [1], à pénétrer complètement certains bois tendres. Avec le procédé que nous avons employé, le goudron ne forme qu'un enduit superficiel et, s'il se fendille, le bois est aisément envahi par les champignons. Les carbolineums à 60° ont, au contraire, pénétré, sans pression artificielle, tous les tissus ligneux sauf les duramens du chêne, du pin d'Alep et les couches centrales du sapin lesquelles résistent aussi à l'injection sous pression des autres antiseptiques (goudron, créosote, sulfate de cuivre).

Examinons maintenant les poids, l'aspect extérieur et, s'il y a lieu, la section médiane des échantillons de chêne, de pin d'Alep, de hêtre, de peuplier et de sapin qui, après avoir été immergés pendant vingt-quatre heures dans des solutions de microsol, de lysol, d'antinonnine et d'acide fluorhydrique, sont restés pendant trois ans exposés aux intempéries et enfouis presque entièrement dans un mélange de terreau et de fumier. Ils fourniront, par leur comparaison avec les échantillons témoins, des notions intéressantes.

Il y a de très grandes différences dans l'état de conservation des bois suivant qu'ils ont été en contact avec tel ou tel antiseptique.

Le tableau ci-contre donne le résultat des pesées.

---

employé pour les 70 000 traverses du chemin de fer à voie étroite de Toul à Thiaucourt qui sont en chêne avec un équarrissage de 12/18 centimètres et ont une longueur de 1m,70.

1. MELSENS (*Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 1848 et 1865).

Série A

ESSENCES	MICROSOL				LYSOL				ANTINONNINE				ACIDE FLUORHYDRIQUE				TÉMOINS			
	Numéros	POIDS avant	POIDS après	Différence	Numéros	POIDS avant	POIDS après	Différence	Numéros	POIDS avant	POIDS après	Différence	Numéros	POIDS avant	POIDS après	Différence	Numéros	POIDS avant	POIDS après	Différence
		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.
Chêne	6	1 080	995	p. 85	30	975	870	p. 105	3	1 010	720	p. 290	26	970	795	p. 175	22	945	709	p. 245
Pin d'Alep	7	1 095	1 010	p. 85	25	823	760	p. 63	3	1 210	1 070	p. 140	23	878	792	p. 86	21	980	770	p. 210
Hêtre.	4	2 270	2 270	p. 00	29	2 148	1 918	p. 230	5	2 515	1 250	p. 1 265	24	2 270	1 525	p. 745	9	2 155	1 560	p. 595
Peuplier	8	1 460	1 410	p. 50	30	1 390	562	p. 828	4	1 428	392	p. 1 036	27	1 385	500	p. 885	14	1 485	725	p. 760
Sapin	7	1 360	1 390	g. 30	28	1 350	1 340	p. 10	2	1 340	1 280	p. 60	29	1 365	1 290	p. 75	15	1 360	1 310	p. 50

On voit, d'après les chiffres du tableau, que le sapin est l'essence qui a le mieux résisté, qui a le moins perdu de son poids primitif.

Viennent ensuite le pin d'Alep, puis le chêne. L'aubier de ce dernier est en partie détruit dans les échantillons témoins ou traités par l'acide fluorhydrique, l'antinonnine ou le lysol; cette région si altérable du chêne s'est au contraire fort bien conservée sous l'action du microsol. Avec cet antiseptique qui paraît devoir être compté parmi les meilleurs, *le hêtre et le peuplier ont gardé leur aspect et leur poids primitifs,* tandis que tous les autres chiffres du tableau se rapportant à ces deux essences accusent une diminution de poids considérable correspondant à une désorganisation profonde des tissus. Cette diminution va du tiers à la moitié pour le hêtre et, dans le peuplier, les trois quarts de la matière organique ont disparu dans quelques spécimens.

Série B — Bois placés dans du terreau

(Jardin de Vézelise)

État des bois

Comme les conditions dans lesquelles ont été placés pendant trois ans les quarante échantillons de la série B sont toujours restées à peu près identiques à celles des bois de la série A, les bois se sont comportés à peu près de la même façon.

On passera donc rapidement sur la description de leur état au terme de l'expérience, renvoyant à ce qui a été dit pour la série précédente.

La moitié de ces bois, ceux qui ont été immergés dans les carbolineums, le goudron et le microsol, a été retirée intacte.

La planche VIII montre sous le n° 14 le hêtre traité au *Carbolineum Avenarius* et qui est admirablement conservé; qu'on veuille bien le comparer au hêtre témoin (même planche n° 1) qui a été soumis aux mêmes influences.

Lysol. — Le chêne est profondément altéré non seulement dans l'aubier, mais même dans le duramen et sur les deux faces de la demi-rondelle. Sur les deux faces aussi, les zones de bois de printemps du pin d'Alep sont corrodées sur tout le pourtour;

l'aubier est intact, tandis que celui du chêne est pourri de tous côtés ; conséquemment la perte en poids, insignifiante pour le pin, s'élève au tiers du poids primitif pour le chêne.

Le hêtre et le peuplier sont aussi fortement décomposés.

Le sapin a le bois de printemps usé à la face inférieure.

Antinonnine. — Comme la série A.

Acide fluorhydrique. — Comme la série A.

Témoins. — Des cinq sortes de bois mis en expérience, c'est, comme dans la série A, le sapin qui est le moins altéré, quoiqu'il le soit notablement plus que l'échantillon du jardin de l'école. Il est assez curieux de voir le pin d'Alep perdre ici 50 °/₀ de son poids, tandis que dans la série A il s'est bien mieux conservé, n'ayant perdu que 20 °/₀. Il est beaucoup plus décomposé que les échantillons traités au lysol, à l'antinonnine ou à l'acide fluorhydrique.

Le chêne, le hêtre (voir la planche VIII) et le peuplier présentent aussi des tissus ligneux très fortement altérés, plus que les échantillons correspondants de la série A.

Le *terreau* semble donc être un pourrissoir plus énergique que le *fumier* ordinaire.

Perte en matière organique

Les observations précédentes sont corroborées par la détermination des poids avant et après l'expérience. Voici d'abord les poids des cubes plongés soit dans le goudron, soit dans les carbolineums.

Série B

ESSENCES	*CARBOLINEUM AVENARIUS*				CARBOLINEUM marque Lion				GOUDRON			
	Nos	Avant	Après	Différence	Nos	Avant	Après	Différence	Nos	Avant	Après	Différence
		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.
Chêne	10	890	1 080	g. 190	16	1 015	1 270	g. 255	20	890	875	p. 15
Pin d'Alep	11	1 005	1 280	g. 275	15	885	1 045	g. 160	18	810	855	g. 45
Hêtre	14	2 135	2 960	g. 825	19	2 185	2 825	g. 640	21	2 170	2 720	g. 550
Peuplier	13	1 505	1 935	g. 430	21	1 310	1 680	g. 370	23	1 420	1 035	p. 385
Sapin	12	1 400	1 600	g. 200	20	1 350	1 540	g. 190	23	1 325	1 540	g. 215
		6 935		1 920		6 745		1 615		6 615		410

L'augmentation de poids due à l'absorption du carbolineum s'élève, dans les conditions de l'expérience, pour l'ensemble des

cinq essences, à 25 °/₀ (série A) et à 28 °/₀ (série B) pour le *Carbolineum Avenarius,* et à des chiffres très voisins 26 °/₀ (série A), 24 °/₀ (série B) pour le carbolineum marque du Lion.

Le bois de chêne a absorbé 20 °/₀ de son poids de *Carbolineum Avenarius* et 18 °/₀ [1] de son poids de carbolineum Lion.

Celui de hêtre, 27 °/₀ de chacun de ces produits.

Celui de peuplier, 36 °/₀ à 38 °/₀ ; le poids du sapin n'a augmenté que de 18 °/₀.

On voit que, pour les deux séries, l'augmentation de poids due à l'enduit formé par le goudron est insignifiante, sauf en ce qui concerne le hêtre dont le poids s'est accru de 24 °/₀ [2], comme dans la série A.

On peut, avec ces données, calculer approximativement la quantité de l'un de ces produits qui sera nécessaire pour imprégner un certain poids de bois et déterminer le prix de revient de l'opération.

Dans le tableau ci-dessous on a réuni les poids (avant et après l'expérience) des échantillons traités au microsol, au lysol, à l'antinonnine et à l'acide fluorhydrique, ainsi que ceux des échantillons témoins.

On voit que, comme pour la série A, les spécimens microsolés ont gardé toute leur matière organique ; la balance n'accuse que des différences insignifiantes en plus ou en moins dans le poids primitif.

Les bois ont leur aspect, leur teinte, leur dureté du début de l'expérience, tandis que le lysol, l'antinonnine, l'acide fluorhydrique n'ont eu aucun rôle utile ; les bois traités par ces antiseptiques sont tout aussi altérés, quelquefois plus, que les témoins.

Les résultats obtenus avec la série B démontrent mieux que ceux de la série A l'efficacité des carbolineums, du goudron et du microsol, parce que les échantillons témoins de cette série B (jardin de Vézelise) sont manifestement plus décomposés que ceux du jardin de l'école. Les conditions extérieures se sont montrées moins favorables à Vézelise qu'à Nancy pour la conser-

1. Ces doses considérables tiennent à ce que, d'après la forme et le faible diamètre des échantillons (demi-rondelles), l'aubier occupait dans le volume total une proportion inusitée.

2. C'est le bois de hêtre qui absorbe le mieux le goudron. Sur certains points, dans le bois plein, sans aucune fente, le goudron a pénétré à 1 centimètre.

Série B

ESSENCES	MICROSOL				LYSOL				ANTINONNINE				ACIDE FLUORHYDRIQUE				TÉMOINS			
	Numéros	POIDS avant	POIDS après	Différence	Numéros	POIDS avant	POIDS après	Différence	Numéros	POIDS avant	POIDS après	Différence	Numéros	POIDS avant	POIDS après	Différence	Numéros	POIDS avant	POIDS après	Différence
		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.
Chêne	7	1 030	995	p. 35	28	950	625	p. 325	2	1 120	800	p. 320	27	950	755	p. 195	23	870	675	p. 195
Pin d'Alep	5	900	895	p. 5	26	870	810	p. 60	1	990	1 020	g. ? 30	24	890	830	p. 60	22	1 125	565	p. 560
Hêtre.	10	2 280	2 360	g. 80	30	2 235	1 695	p. 540	7	2 245	1 275	p. 970	25	2 135	1 270	p. 865	1	2 360	1 680	p. 680
Peuplier	9	1 270	1 395	g. 125	28	1 385	1 135	p. 250	5	1 905	550	p. 1 355	26	1 145	660	p. 485	15	1 355	910	p. 445
Sapin.	8	1 485	1 510	g. 25	26	1 300	1 235	p. 65	4	1 290	1 310	g. 20	30	1 325	1 230	p. 95	14	1 495	1 280	p. 215

vation des bois(1). Ainsi le sapin et le pin d'Alep témoins de la série B sont bien plus décomposés que ceux de la série A, comme l'indique leur perte en poids beaucoup plus accusée; le hêtre et le peuplier témoin montrent aussi un degré de décomposition plus avancé.

Enfin la pesée, confirmant l'examen à la vue, indique que c'est, comme pour la série A, le sapin qui, mis tel quel dans le terreau, a le mieux résisté.

Résumé de la première partie

1° Avec le procédé adopté, les deux variétés de carbolineum ont pénétré jusqu'au centre du peuplier, du hêtre, du sapin et ont imbibé tout l'aubier du chêne et du pin d'Alep, même quelques plages de leur duramen, sans qu'il ait été besoin de recourir à la vapeur et à la pression. La teinte brune que prend le bois partout où a pénétré le carbolineum est, à cet égard, tout à fait démonstrative. Mais le microsol qui imbibe le bois aussi à fond que le carbolineum ne peut être décelé que par le réactif du cuivre. Les augmentations de poids relevées pour chaque essence donneront des indications sur la quantité nécessaire à l'imprégnation d'un poids donné de matière ligneuse par les carbolineums ou les produits analogues;

2° Des échantillons témoins, laissés trois ans en plein air dans le terreau ou le fumier, c'est le sapin qui s'est le mieux conservé; après vient le pin d'Alep. L'aubier du chêne, ainsi que le hêtre et le peuplier, sont très altérés; leur bois n'a plus aucune résistance; on serait obligé de le remplacer (2);

3° Le point important à retenir est que, dans les deux séries A et B, *le lysol, l'antinonnine, l'acide fluorhydrique n'ont eu aucune action préservatrice;* les échantillons qui ont été en contact avec ces produits sont aussi décomposés, sinon plus, que les témoins. Au contraire, *le chêne, le pin d'Alep, le hêtre, le peuplier, le sa-*

1. Le climat est à peu près le même; les bois de la série B étaient enfoncés rez terre dans du vieux terreau de couche et ceux de la série A dans du fumier. Est-ce là la raison ? En tout cas la différence dans l'état des témoins était très sensible.

2. Le terreau semble constituer un meilleur pourrissoir que le fumier; tous les bois plongés dans le terreau étaient plus altérés que les échantillons placés dans le fumier, sauf le peuplier; pour les résineux surtout (pin d'Alep, sapin) la différence de poids est très sensible.

pin traités soit par le Carbolineum Avenarius, soit par le Carbolineum marque du Lion, soit par le goudron, soit par le microsol, sont tous aussi intacts qu'au début de l'expérience. Ils vont être remis en place ; on verra plus tard quel est celui dont l'efficacité se prolongera le plus longtemps.

Résultats après des expériences de plus longue durée

D'après les attestations fournies par les fabricants du *Carbolineum Avenarius* et par nombre de personnes ayant utilisé ce produit, la protection du bois par cet antiseptique se prolongerait fort longtemps. Citons seulement deux faits bien probants :

1° Une planche de sapin immergée dans le *Carbolineum Avenarius* et placée dans un sol très humide et riche en humus était complètement saine après vingt ans, tandis qu'un poteau de sapin non imprégné et voisin était absolument pourri après cinq ans.

Des échalas, des pieux, des clôtures sont, disent les prospectus de cette société, aussi intacts après vingt et même vingt-cinq ans qu'au moment de la mise en place ; il n'y a que l'usure atmosphérique des couches tendres de bois de printemps qui ne peut être évitée.

Toutes les attestations parlent de l'emploi de cet antiseptique à chaud [1] ;

2° Des lattes en bois de hêtre provenant d'une clôture de jardin, peintes une seule fois avec du *Carbolineum Avenarius* chaud, et posées au printemps de 1888, ne présentent encore aujourd'hui (1907), *après dix-neuf ans*, aucune trace d'altération.

---

1. L'imprégnation est beaucoup plus rapide à chaud. Une planche de hêtre plongée dans le *Carbolineum Avenarius* à chaud (65°-70°) s'imprègne instantanément, en une minute. Immergé pendant dix minutes dans ce même produit à 18°, le fragment de planche de hêtre examiné au bout de quatre jours n'est pas imprégné complètement ; il ne l'est qu'au bout d'une quinzaine de jours, par exemple, l'imprégnation du tissu ligneux ne se faisant que peu à peu. Nous répétons que nous n'entendons nullement affirmer la supériorité de la marque *Avenarius* sur les autres produits similaires ; la marque du *Lion* s'est montrée aussi efficace pour la préservation des bois pendant ces trois ans. S'il en est question ici, à l'exclusion des autres marques, c'est que ce produit, inventé en 1875 par M. Avenarius, est le plus employé, du moins dans le nord-est de la France ; que les grands consommateurs (chemins de fer de l'Est, usines Solvay) le préfèrent ; qu'il semble le meilleur, d'après les expériences rapportées plus haut, et d'une composition *constante*, ce qui est une condition *capitale* pour un antiseptique.

II — BOIS A L'ABRI

Conditions à réaliser

Les bois en œuvre sont souvent abrités contre les intempéries.

Dans ces conditions, l'expérience prouve que s'ils ont été employés à l'état sec, s'ils ont été mis en place dans des milieux restant toujours secs, si enfin ils ne sont pas envahis par des insectes, ils se maintiennent pour ainsi dire indéfiniment en bon état.

Que si, par contre, au moment de la mise en œuvre, leur dessiccation est incomplète, s'ils sont en contact avec un air humide, chaud et confiné, les germes (spores ou mycélium) qu'ils recèlent ou qu'ils peuvent recevoir du dehors se développent en un stroma plus ou moins vigoureux, de forme particulière pour chaque espèce de champignon. Grâce aux ferments qu'ils sécrètent, ces hyphes désorganisent le bois et le rendent bientôt impropre à l'emploi qui lui avait été assigné.

Il fallait trouver un milieu remplissant les conditions précédentes et se rapprochant, par suite, de celles qui favorisent le développement du redoutable *champignon des maisons* (*Merulius lacrymans*).

Nous avons cru le rencontrer dans les galeries des mines de fer oolithique de l'étage toarcien aux environs de Nancy. Les voussoirs et les étais des galeries maîtresses sont revêtus de nombreux champignons dont le stroma extraordinairement développé, atteignant des proportions inusitées, montre que le milieu est aussi favorable que possible au développement des champignons lignivores; parmi eux, on a souvent trouvé le *Merulius lacrymans* et le *Poria* (*Physisporus*) *vaporaria,* si communs dans les habitations.

La température est constante, oscillant autour de 10° à 12°; l'air est toujours suffisamment chaud et humide et ne se renouvelle que lentement. Deux séries d'échantillons ont été disposées dans deux de ces galeries; la série C a été placée dans la galerie 3 *bis* sur le sol même, la série D sur des bois champignonnés dans la galerie 4 *bis*.

Principales espèces de champignons s'attaquant aux bois en œuvre

Les antiseptiques appliqués sur les séries C et D devaient les protéger exclusivement contre les champignons puisque, par leur situation même, les bois mis dans les galeries de mines n'avaient rien à redouter des intempéries ni des insectes.

Merulius lacrymans. — Parmi ces champignons destructeurs des bois en œuvre, le plus important de beaucoup par sa fréquence, par l'intensité et la rapidité de ses dégâts est le *champignon* dit *des caves* ou *des maisons* (le *Hausschwamm* des Allemands) dont le nom scientifique est *Merulius lacrymans* Jacq ([1]).

On se contentera ici de résumer ses principaux caractères et de montrer le grand intérêt que nous avons à préserver de ses atteintes les bois de nos habitations, en renvoyant le lecteur désireux de le connaître plus à fond aux nombreux travaux spéciaux dont ce champignon a été l'objet ([2]).

Il fait partie de la grande famille des Polyporées caractérisée par ce fait que l'assise génératrice des spores (*hyménium*) est disposée à la face inférieure du chapeau sur des lames anastomosées en réseaux ou en tubes plus ou moins larges.

Parmi les diverses formes du genre *Merulius,* caractérisé par son hyménium plissé-réticulé, à plis anastomosés formant des aréoles ou de larges cellules, l'espèce la plus importante est celle dont nous nous occupons. On l'a nommée *lacrymans,* c'est-à-dire *pleureur* parce que, dans les espaces fermés, quand il ne peut

---

1. Il s'appelle encore *Serpula lacrymans* Wulf. ou *Merulius destruens* Pers. ou *Merulius vastator* Tode. Ces deux derniers noms spécifiques font une allusion expressive à ses éminentes qualités destructrices. Son nom vulgaire allemand *champignon des maisons* est plus exact que la dénomination française (*champignon des caves*) puisqu'il attaque souvent aussi la charpente des étages supérieurs.

2. C'est au célèbre professeur de Munich, Robert Hartig, que l'on doit les premières recherches approfondies (1878) sur la destruction des bois par les champignons. En 1875, il publia son important travail : *Der echte Hausschwamm,* dont son élève et continuateur M. von Tubeuf, vient de donner en 1902 une seconde édition (104 pages in-8) très augmentée. Beaucoup d'autres auteurs allemands, et en dernier lieu Möller (1903), se sont occupés de ce terrible destructeur. La brochure de Dietrich (Berlin, 1898, 2e édit.) : *Die Hausschwammfrage vom bautechnischen Standpunkte,* est particulièrement importante pour les praticiens. Dans la littérature française on trouvera un bon résumé de nos connaissances sur ce sujet dans l'*Étude sur le champignon des maisons,* par J. Beauverie, 64 pages, 9 figures, Rey, Lyon, et dans l'ouvrage *Le Bois,* par le même auteur, Paris, Gauthier-Villars, 1905.

Voir aussi mes articles, *Revue des Eaux et Forêts,* 1901 et 1902.

céder son eau à du bois, il l'élimine sous forme de gouttes ressemblant à des larmes.

Mycélium. — Le mycélium est d'abord d'un blanc pur ; il devient grisâtre avec l'âge. Les filaments s'accolent et s'enchevêtrent pour former des lames parfois très minces, ayant l'apparence et la minceur du *papier de soie.* Quand le mycélium est richement alimenté, dans un air humide et chaud, il peut former de vastes revêtements d'un blanc de neige ayant plusieurs centimètres d'épaisseur, absolument semblables à d'épaisses feuilles d'*ouate.* Une troisième forme, très importante, du mycélium du mérule est la forme en *cordons* grâce auxquels le champignon, extrêmement avide d'eau, peut la transporter de la cave au grenier et continuer là son action destructrice. Ces cordons sont tout d'abord simplement des filaments ténus qui, profitant de toutes les crevasses, de tous les joints, cheminent à travers la maçonnerie et les couches de terre, ou derrière les boiseries ou dans les fissures des bois de charpente et sont alimentés et humectés par les cordons situés en arrière.

Une fente de muraille, traversée au commencement par ces filaments ou hyphes tendres, laineux, contiendra plus tard un cordon épais, résultant de l'agglutination et de la prolifération de ce mycélium. Il y a dans ces cordons un *appareil tégumentaire,* sous forme d'une couche très serrée, sans méats, d'hyphes grisâtres, un *appareil conducteur,* sorte de larges vaisseaux formés par des hyphes entourant un espace vide ; on y trouve aussi des fibres très résistantes, à lumen presque imperceptible et à parois épaisses qui jouent le rôle du stéréome ou *appareil de soutien* et les hyphes ordinaires, tendres, riches en plasma, avec leurs *cellules à boucles* (*Schnallenzellen*), sont l'appareil conjonctif et assimilateur où s'accomplissent les actes chimiques d'assimilation et de mise en réserve. C'est là un très remarquable exemple d'adaptation qu'on ne trouve que chez ce champignon, lequel modifie son organe unique, l'*hyphe,* de façon à former avec lui les quatre principaux appareils ou tissus des plantes supérieures. C'est par ces larges tubes, ces sortes de vaisseaux, que l'eau puisée dans les parties humides peut monter à une dizaine de mètres pour constituer de nouveaux filaments et humidifier le bois environnant, le rendant apte à être attaqué.

Fructification. — Quand le mycélium s'est suffisamment déve-

loppé dans son milieu nourricier, qu'il a accumulé une provision suffisante de matières plastiques et qu'il peut enfin arriver à l'air libre, il ne tarde pas à donner naissance aux fructifications bien connues. On voit sur ce blanc tapis d'ouate, la masse mycélienne, d'abord blanche et peu serrée, devenir plus compacte, se colorer çà et là en rougeâtre, présenter des plis vermiformes qui bientôt se couvrent de spores couleur de rouille, à tel point que toute la surface fertile prend une coloration orangée foncée.

Les spores des basides ont un centième de millimètre de longueur et moitié moins de largeur.

Destruction du bois par le mérule. — Ces spores apportées par le vent, ou les ouvriers ou les marchandises, existant même peut-être déjà dans les fentes du bois au moment de la mise en place ([1]), germent sur les bois humides; elles émettent à une de leurs extrémités un tube mycélien qui pénètre dans l'intérieur du bois, se ramifiant bientôt d'autant plus abondamment et vigoureusement qu'il circule dans un milieu plus riche. Ces filaments (hyphes) percent les parois des fibres ligneuses en y faisant de très fines perforations qui ne s'élargissent pas plus tard et qui sont très difficiles à observer au microscope, ce qui a fait croire à certains auteurs que le bois envahi par le *mérule* n'offrait pas de perforations dues au champignon. C'est grâce aux diastases que secrètent les hyphes, surtout près de leur point végétatif, que ceux-ci peuvent attaquer, rendre solubles et plus ou moins assimilables les éléments des tissus et notamment la gomme de bois (lignigomme), la coniférine, à un moindre degré, la cellulose. Il arrive un moment où le bois ne présente plus la réaction de la lignine, c'est-à-dire ne se colore plus en rouge par l'action de la phloroglucine et de l'acide chlorhydrique, mais il réalise au contraire la réaction de la cellulose en se colorant en bleu par le chloroiodure de zinc.

Le bois épuisé par le champignon s'est transformé en une substance brune consistant en lignigomme, en tannin ([2]) et en

1. Quoique le champignon soit rare en forêt, il y existe cependant et le bois peut être déjà infesté là ou dans les divers chantiers où il a séjourné avant d'arriver à pied d'œuvre. Ces spores conservent longtemps leur faculté germinative. Hartig en a vu germer après plus de sept ans.

2. Les dictionnaires de l'Académie et de Littré écrivent *tanin;* mais les anciens lexiques et les anciens auteurs (ex. : Thénard cité par Littré au mot *tan*) orthographiaient *tannin;* la plupart des auteurs modernes, obéissant à la logique, suivent cet exemple. *Tannage, tanner, tannique, tanneur* et vingt autres dérivés prennent deux *n;* pourquoi *tannin* seul n'en prendrait-il qu'une ?

oxalate de chaux. Tant que le bois contient de l'eau en abondance il garde son volume primitif; mais, quand elle a disparu, il prend un tel retrait qu'il se produit des crevasses à angle droit l'une sur l'autre et que le bois se fragmente, sous la moindre pression des doigts, en fragments cubiques et, si on insiste, en poussière couleur tabac d'Espagne. L'ongle pénètre facilement dans le bois décomposé qui prend une coloration brune particulière bien significative.

En quelques années, *même en quelques mois,* ce parasite énergique *peut détruire la charpente d'une maison neuve.* On connaît de nombreux exemples.

Il est d'autant plus urgent de prendre des précautions contre ce champignon qu'il se développe de plus en plus et que ses dégâts sont beaucoup plus fréquents qu'autrefois.

Comme on ne peut reconnaître, au moment de la réception des bois, s'ils renferment ou non des germes d'infection (spores ou mycélium), comme on ne peut être sûr qu'ils n'en recevront pas du dehors à un moment donné, il est sage d'agir comme si tous les bois en œuvre possédaient déjà ces germes ou devaient les posséder un jour et de se placer dans des conditions telles qu'ils ne puissent se développer.

Il n'y a pour cela que deux moyens :

1° Le mérule est très avide d'eau; il l'emprunte aux bois, aux murs, à l'air même avec lesquels il est en contact et la transporte avec lui par ses cordons d'un bout à l'autre du bâtiment.

Pour qu'il se développe il lui faut de l'humidité et inversement la dessiccation le tue ou, en tout cas, le paralyse.

Donc, en n'employant que des bois bien secs, en encastrant les poutres dans des murs bien secs et assez épais pour s'opposer à la pénétration de l'humidité extérieure (murs exposés aux vents de pluie), en évitant toute cause de réhumectation permanente, ou en tout cas prolongée, d'une partie quelconque des bois d'une maison, en aérant et chauffant assez les pièces pour que les bois ne puissent reprendre une quantité notable de l'humidité atmosphérique, on est sûr que les champignons ne se développeront pas. Les charpentes, ou les planchers ou les meubles, pourront être détruits par les insectes ; on n'aura à craindre aucune végétation cryptogamique ;

2° Mais il faut reconnaître qu'on peut bien rarement être sûr

de pouvoir se placer dans les conditions précédentes, surtout avec les habitudes actuelles des commerçants en bois et des entrepreneurs de constructions.

Heureusement, il y a un autre moyen d'empêcher les champignons de se développer *même dans des poutres insuffisamment sèches placées dans des murs frais,* même dans des travures et des planchers posés directement sur le sol frais; c'est d'enduire les parties des bois qui doivent être en contact avec des milieux humides (murs, sol) ou même les bois tout entiers, s'ils sont trop peu secs, avec des antiseptiques éprouvés, d'une efficacité reconnue, qui empêcheront le développement des germes préexistants ou futurs.

C'est pour guider les propriétaires, architectes, entrepreneurs dans le choix de ce meilleur antiseptique que nous avons installé des bois de diverses essences et diversement antiseptisés dans un milieu très favorable au développement des végétations cryptogamiques.

Polyporus vaporarius Fries. (*Poria vaporaria* Pers). — Voici une autre polyporée qui se présente beaucoup plus fréquemment en forêt (sur les pins, les épicéas) que l'espèce précédente. Il infecte aussi bien les racines que les blessures de la base du fût. Le bois attaqué devient brun-rouge, léger comme du liège, se fend par le desséchement, s'écrase facilement en menus fragments et se rapproche peu à peu de l'état du bois à demi carbonisé sans devenir cependant jamais noir (1). Non seulement il est très dommageable sur les arbres vivants, mais, après le *mérule pleureur,* c'est sûrement lui qui cause le plus de dégâts dans les bois de construction.

Si l'on emploie dans les maisons du bois envahi par ce champignon et que ce bois ne se dessèche pas assez vite, le mycélium se développe plus ou moins abondamment *et détruit en peu de temps tout le matériel ligneux.* C'est surtout dans les caves et dans les rez-de-chaussée dont les planchers reposent sur le sol qu'il se propage le plus; il provoque une décomposition qui res-

1. Ce parasite, dit M. Mathey, *loc. cit.*, p. 166, engendre une pourriture *du pied,* excessivement fréquente sur les sapins des forêts du Jura et du Doubs où elle est connue sous les noms de *pain d'épice, pourriture liège,* etc. Cette maladie s'observe surtout chez les très gros arbres et offre une frappante analogie de facies et de développement avec la pourriture rouge du chêne, due le plus souvent à un autre polypore, le *P. sulphurens* (quelquefois au *Stereum frustulosum*).

semble beaucoup à celle du *mérule*. Le *P. vaporarius* absorbe pour son alimentation presque toute la cellulose des parois lignifiées, grâce à la diastase sécrétée par ses filaments mycéliens. Comme sur les arbres vivants le bois devient brun clair, puis brun-rouge, se crevasse suivant deux directions perpendiculaires. Par la dessiccation les fentes s'élargissent, le bois perd toute consistance, devient extrêmement léger, s'écrasant aisément sous la moindre pression en menus fragments anguleux. Son mycélium s'étale à la surface des planches ou des poutres en lames minces d'un blanc pur ou en cordons qui ne deviennent jamais grisâtres comme chez le *mérule*.

Ses fructifications sont tout à fait différentes aussi ([1]).

La grande différence au point de vue des dégâts entre ces deux champignons éminemment destructeurs consiste en ce fait que le *P. vaporarius* est limité dans son champ d'action aux sous-sols et aux rez-de-chaussée. Il ne possède pas, comme le *Merulius lacrymans,* ces cordons si hautement différenciés qui permettent à ce dernier de porter jusqu'aux étages supérieurs l'eau puisée dans les caves, d'humecter ainsi et de décomposer les bois des parties les plus élevées des édifices ([2]).

Autres champignons destructeurs des bois en œuvre. — D'autres espèces, appartenant encore en majeure partie à la grande famille des *Polyporées* dont le bois sur pied ou en œuvre a tant à se plaindre, se rencontrent de temps en temps dans les maisons ou sur les bois exposés à l'air (poutres de ponts, clôtures, traverses de chemin de fer, etc.). Nous citerons :

Merulius aureus dont le mycélium ne forme pas de cordons épais comme le mérule ordinaire ;

---

1. Elles sont blanches, formant des croûtes de 5 millimètres d'épaisseur solidement adhérentes au substratum ; suivant le degré d'humidité et de chaleur, suivant l'emplacement, elles affectent les formes les plus diverses ; elles ne sont pas pérennes. Les tubes hyménophores de la surface libre sont toujours plus ou moins inclinés ; ils portent un hyménium composé de basides claviformes avec spores incolores ayant 5-6 μ de long (le μ est le millième de millimètre) et 3-3,5 μ de large, et répandent une odeur forte *sui generis*.

2. M. Woy (*Zeitschrift für die Pflanzenkrankheiten*, 1903, p. 303) a observé qu'en Silésie le *Polyporus vaporarius* est plus commun que le *Merulius ;* il l'a constaté en ces dernières années dans plus de trois cents maisons. Il attribue cette fréquence à ce que, dans l'Allemagne orientale, on emploie de plus en plus des poutres et des planches de sapin de Galicie. Les arbres sur pied sont déjà attaqués par ce polypore. Dans les constructions neuves il commet ses dégâts surtout dans les trois premières années. Il est bien plus sous la dépendance du taux d'humidité du bois que le mérule et, par suite, il est plus facile de prévenir son apparition ou de le détruire.

Coniophora cerebella, ressemblant beaucoup au *Merulius,* mais dont l'hyménium ne présente jamais de plis saillants réticulés, dont les spores sont plus grosses (9-12 μ de long, 5-8 μ de large), régulièrement ellipsoïdes et d'une teinte plus brune ;

Lenzites sepiaria (*L. abietina*) dont le mycélium forme sur les poutres des masses grises ou brun rouille, laineuses ou en bourrelets feutrés ; il peut parfaitement détruire les charpentes et traverser les murs. Les hyphes sont brun jaunâtre, entortillés, rarement ramifiés, présentant aussi des cellules à boucles ;

Dædalea quercina, Trametes gibbosa ont décomposé [1] des traverses de chêne injecté venant du Nord par flottage. Ces traverses avaient déjà du reste dix-huit ans de durée. On trouve aussi le *Dædalea quercina,* le *Corticium giganteum* dans les maisons, sur les poutres et les planches de chêne ;

Leptoporus destructor, Lentinus squamosus, Paxillus acheruntius, Coprinus radians, Fomes annosus, Fomes pinicola, Merulius (*Trametes*) *serpens, Psathyrella disseminata* ont été signalés, mais rarement, sur les bois en œuvre.

Les auteurs (Hennings) citent encore nombre d'ascomycètes et de sphæropsidacées.

Série C — Bois placés dans la galerie 3 bis

(Sur le sol même)

État des bois

Les trente-cinq échantillons sont restés, pendant trois ans, du 12 novembre 1903 au 12 novembre 1906, dans l'air humide et confiné de cette galerie, à la température de 8° à 12°.

Depuis leur sortie de la mine ils ont séjourné dans une chambre, soumis aux mêmes conditions que les échantillons des autres séries.

Ils ont été examinés et pesés en février 1907.

Carbolineums et goudron. — Les bois de chêne, pin d'Alep, hêtre, peuplier, sapin, qui ont été immergés pendant un jour soit dans le *Carbolineum Avenarius,* soit dans le carbolineum, marque du Lion, soit dans le goudron, ont été retirés de la

1. En 1906, à la gare de Darnieulles, notamment.

galerie dans un état parfait de conservation, sauf la demi-rondelle goudronnée de pin d'Alep. Une fente s'est produite à l'intersection de la surface cylindrique avec la section diamétrale et le long de cette fente tout l'aubier est altéré ; on sait que le goudron ne forme qu'un revêtement superficiel.

Microsol. — Tous les spécimens sont intacts.

Lysol. — L'aubier du chêne est décomposé sur son pourtour ; le pin est très altéré sur la section diamétrale entièrement revêtue d'une plaque de mycélium.

Le hêtre, le peuplier, le sapin, ces deux derniers surtout, sont fortement décomposés.

Antinonnine. — Le chêne est bien conservé ; le pin et le hêtre ne présentent que quelques traces d'altération ; le peuplier paraît extérieurement en bon état quoique son poids ait diminué du quart.

Quant au sapin il est resté indemne.

Témoins. — L'aubier du chêne est décomposé surtout du côté qui reposait sur le sol ; le pin d'Alep et le hêtre sont altérés sur toutes les faces ; le bois du peuplier et celui du sapin n'offrent plus aucune résistance.

Perte en matière organique

Malgré les conditions très différentes de celles des bois des séries A et B exposés aux intempéries, les gains en poids des échantillons de la série C, carbolinés ou goudronnés, restent à peu près les mêmes.

La préservation a été parfaite.

Série C

ESSENCES	*CARBOLINEUM AVENARIUS*				CARBOLINEUM marque Lion				GOUDRON			
	Nos	Avant	Après	Différence	Nos	Avant	Après	Différence	Nos	Avant	Après	Différence
		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.
Chêne.	12	1 110	1 235	g. 125	17	910	1 160	g. 250	19	840	920	g. 80
Pin d'Alep.	10	1 180	1 420	g. 240	14	900	1 095	g. 195	20	780	770	p 10
Hètre	13	2 255	2 830	g. 575	17	2 305	2 925	g. 620	23	2 300	2 700	g. 400
Peuplier.	12	1 285	1 815	g. 530	18	1 470	1 745	g. 275	22	1 140	1 350	g. 210
Sapin	11	1 290	1 655	g. 365	19	1 335	1 470	g. 135	23	1 325	1 450	g. 125
		7 120		1 835		6 920		1 475		6 385		810

Le peuplier, le sapin, le hêtre ont absorbé respectivement 41, 28 et 25 °/₀ de leur poids en *Carbolineum Avenarius*. La planche VII montre que, pour le sapin, cette imprégnation (de 28 °/₀) est largement suffisante ; la section médiane (n° 11) aussi bien que la surface sont absolument intactes après trois ans de séjour dans la galerie, tandis que l'échantillon témoin voisin (n° 17) est entièrement décomposé ; son bois déformé, parsemé de larges fentes, n'a plus aucune résistance et a perdu plus de la moitié de son poids initial.

Le *microsol* s'est accusé aussi bon conservateur des bois en air confiné propice aux champignons que des bois en plein air. La planche V représente la section médiane du cube de peuplier n° 6 qui, après avoir été immergé pendant vingt-quatre heures dans une solution de microsol à 4 °/₀, est resté trois ans dans une galerie de mine. On voit que ce bois, qui compte parmi les plus putrescibles, est demeuré absolument sain, tandis que le peuplier témoin (bas de la planche) est notablement décomposé.

Les résultats donnés par l'*antinonnine,* produit très vanté comme efficace contre le mérule, ont été bien meilleurs que dans les séries précédentes, exposées aux intempéries. Tandis que les deux cubes de peuplier traités à l'antinonnine ne sont que pourriture dans les séries A et B, celui de la série C semble intact.

Quant aux témoins, le fait le plus remarquable est la profonde altération du sapin, bois qui s'était conservé le mieux en plein air. Il est même plus décomposé que le peuplier dont la section médiane est figurée sur la planche V ; comme ce dernier, comme aussi le hêtre et le pin d'Alep, il a perdu, nous venons de le dire, pendant ses trois ans de séjour dans la galerie de mine 3 *bis*, plus de la moitié de son poids.

Série C

ESSENCES	MICROSOL				LYSOL				ANTINONNINE				TÉMOINS			
	Numéros	POIDS Avant	POIDS Après	Différence	Numéros	POIDS Avant	POIDS Après	Différence	Numéros	POIDS Avant	POIDS Après	Différence	Numéros	POIDS Avant	POIDS Après	Différence
		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.
Chêne. . . .	8	1 110	1 185	g. 75	29	1 295	1 090	p. 205	5	1 160	1 050	p. 110	25	945	750	p. 195
Pin d'Alep. .	6	1 150	1 155	g. 5	27	1 310	870	p. 440	4	1 210	1 115	p. 95	28	1 415	705	p. 710
Hêtre	11	2 135	2 135	g. 0	28	2 335	1 400	p. 935	8	2 425	1 675	p. 750	26	2 140	1 175	p. 965
Peuplier. . .	6	1 180	1 160	p. 20	29	1 410	1 015	p. 395	1	1 755	1 290	p. 465	16	1 515	700	p. 815
Sapin	9	1 395	1 345	p. 50	27	1 510	845	p. 665	3	1 240	1 335	g. 95	17	1 350	585	p. 765

Il est intéressant de remarquer que, si le chêne n'a pas perdu plus de son poids dans la galerie qu'à l'air libre, il n'en a pas été de même des deux résineux (pin d'Alep et sapin) qui se sont beaucoup moins bien maintenus dans la galerie. Le hêtre et le peuplier se sont aussi altérés au moins autant à l'abri qu'en plein air.

Comparons ce hêtre témoin avec ceux qui ont été traités à l'antinonnine et au microsol.

Le hêtre témoin paraît sain à l'extérieur, qui offre une surface bien lisse et sans fissure. Mais il est profondément altéré au cœur. Une section médiane montre le bois totalement *échauffé*, sillonné de grandes fentes qui se ferment vers la surface, au contraire de ce qui se voit chez les hêtres témoins des séries A et B. Dans ces fentes abondent des plaques de mycélium blanc qui a décomposé le bois au point de lui faire perdre presque la moitié de son poids. Ce cube est extrêmement léger et sonne le creux; sa densité n'est plus que 0,396. Celle du hêtre à l'antinonnine a diminué aussi, mais moins; elle atteint encore 0,538 et le bois paraît en bon état.

Le hêtre microsolé a conservé sa densité première 0,707 et sa teinte normale. Ce bois est certainement aussi sain qu'au moment de sa mise en place. Des antiseptiques tels que ce microsol, qui préservent de toute décomposition pendant trois ans des bois aussi altérables que le hêtre et le peuplier, placés dans les pires conditions, ont certes une grande utilité.

Série D — Bois placés dans la galerie 4 bis

(Sur des planches champignonnées)

État des bois

Les trente-cinq échantillons sont restés, pendant trois ans, dans la galerie 4 *bis*, voisine de la galerie 3 *bis* où étaient les bois de la série C. Ils ont été soumis aux mêmes conditions, non seulement dans la mine, mais depuis leur sortie. Les trois seules différences sont celles-ci :

1° Dans l'espoir de favoriser l'infection, les cubes d'essai ont été placés sur des planches visiblement envahies par des mycéliums;

2° On a remplacé les cinq échantillons lysolés par des bois traités à l'acide fluorhydrique ;

3° Pour voir comment ces bois laissés deux ans dans la galerie se comporteraient en plein air et comment agiraient les antiseptiques sur des bois exposés brusquement aux intempéries, on a sectionné par le milieu les six cubes du bois le plus altérable, le peuplier, traités par les carbolineums, le goudron, le microsol, l'antinonnine ainsi que le cube témoin ; on a laissé une moitié dans la galerie et exposé l'autre pendant un an (14 novembre 1905-14 novembre 1906) dans le pourrissoir (fumier) du jardin de l'École forestière.

Examinés et pesés en février 1907, les bois de chêne, pin d'Alep (voir pl. VI [n° 12] à comparer avec le n° 29 de la pl. IV), hêtre, peuplier, sapin, immergés soit dans les *carbolineums,* soit dans le *goudron,* sont retirés dans un parfait état de conservation.

Les demi-cubes de peuplier qui ont été exposés en plein air (pourrissoir du jardin) pendant un an sont restés indemnes, sauf le demi-cube goudronné. Celui-ci, intact sur les cinq faces goudronnées, est déjà très fortement altéré sur la face non goudronnée quoiqu'elle ne soit restée qu'un an à l'air. Le goudron n'a fait que revêtir le bois sans l'imprégner.

Le *microsol* mérite les mêmes éloges que les carbolineums ; tous les bois d'épreuve sont restés aussi sains qu'au moment de la mise en place. Ce qui prouve bien que la solution a pénétré jusqu'au cœur [1], c'est que la section médiane du peuplier laissé un an dans le fumier est demeurée intacte, préservée de la pourriture par l'action antiseptique du microsol infiltré, tandis que le demi-cube témoin de peuplier du pourrissoir n'est plus représenté, après cette année de grand air, que par quelques fragments arrivés au dernier degré de décomposition. Les planches III et IV représentent les sections médianes du sapin (n° 6), du pin d'Alep (n° 8) microsolés qui, on le voit, sont absolument intactes et, à côté, les sections médianes visiblement altérées des échantillons témoins.

Antinonnine. — Tous les bois sont en excellent état ; seule-

---

1. On peut s'en assurer directement en versant quelques gouttes d'ammoniaque sur le centre de la section médiane du cube de peuplier ; on voit apparaître la teinte bleue du sulfate de cuivre.

ment le demi-cube de peuplier laissé pendant un an au pourrissoir de l'école (voir n° 3 *bis*, pl. IX) est déjà très altéré sur toutes ses faces, surtout sur la section médiane, tandis que l'autre moitié du cube restée trois ans dans la galerie ne présente aucune trace de décomposition.

Il semble donc qu'à l'inverse du microsol, l'antinonnine ne puisse être employée à l'extérieur.

Mais elle a certainement une action préservatrice sur les bois qui ne sont pas lavés par les pluies ; pour s'en convaincre, il n'y a qu'à comparer le peuplier et le sapin témoins qui sont fortement décomposés avec ces mêmes bois traités à l'antinonnine.

Acide fluorhydrique. — Un plateau de chêne traité à l'acide fluorhydrique est resté intact ; un plateau identique témoin a présenté un aubier décomposé par places.

Un autre morceau de chêne en forme de secteur, immergé dans l'acide, est resté indemne pendant ces trois ans ; l'aubier même n'a été nullement atteint. Un secteur identique témoin montre l'aubier et le duramen complètement désorganisés.

D'après ces faits, comme l'antinonnine, l'acide fluorhydrique serait un préservatif pour les bois à l'abri, et n'aurait aucune efficacité à l'air libre.

Témoins. — Le chêne est absolument sain.

Le pin d'Alep (voir la pl. IV) est altéré sur tout son pourtour et même dans son duramen.

La face inférieure du cube de hêtre est seule altérée ; une lame épaisse de mycélium la couvre sur le tiers de sa surface et il est visible que ce mycélium décompose le bois ; l'ongle s'enfonce facilement en ces points, tandis qu'ailleurs le bois a sa dureté normale.

Le peuplier est presque entièrement décomposé ; le cube s'est émietté en cinq ou six fragments ; de nombreux mycèles parcourent la masse ligneuse dont la consistance est devenue celle de l'amadou ; le bois n'a plus aucune résistance.

Le sapin est très fortement altéré sur les arêtes dont deux ont disparu, comme le montre la planche III qui représente la section médiane du cube témoin ; le bois du cœur est aussi en train de se décomposer ; il n'a plus sa teinte ni sa dureté primitives.

Perte en matière organique

Les augmentations de poids des échantillons traités par les carbolineums et le goudron concordent à peu près avec celles de la série C ; l'état de conservation du bois ne laisse rien à désirer.

Série D

ESSENCES	*CARBOLINEUM AVENARIUS*				CARBOLINEUM marque Lion				GOUDRON			
	Nos	Avant	Après	Différence	Nos	Avant	Après	Différence	Nos	Avant	Après	Différence
		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.
Chêne.	11	1 125	1 290	g. 165	14	1 205	1 310	g. 105	18	1 040	1 130	g. 90
Pin d'Alep.	12	1 055	1 180	g. 125	16	1 015	1 285	g. 270	17	715	755	g. 40
Hêtre	15	2 300	2 810	g. 510	18	2 145	2 930	g. 785	22	2 130	2 600	g. 470
Peuplier.	10	1 380	1 740	g. 360	20	1 340	1 685	g. 345	24	1 350	1 350	g. 0
Sapin	13	1 405	1 470	g. 65	21	1 455	1 625	g. 170	25	1 350	1 430	g. 80
		7 265		1 225		7 160		1 675		6 585		680

ESSENCES	MICROSOL				ANTINONNINE				TÉMOINS			
	Numéros	POIDS Avant	POIDS Après	Différence	Numéros	POIDS Avant	POIDS Après	Différence	Numéros	POIDS Avant	POIDS Après	Différence
		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.
Chêne.	9	855	895	g. 40	4	1 175	1 020	p. 155	24	775	700	p. 75
Pin d'Alep.	8	795	780	p. 15	2	1 215	1 225	g. 10	29	1 220	845	p. 375
Hêtre	3	2 205	2 185	p. 20	2	2 440	2 170	p. 270	27	2 160	1 635	p. 525
Peuplier.	7	1 250	1 320	g. 70	3	1 090	980	p. 110	17	1 455	950	p. 505
Sapin	6	1 330	1 325	p. 5	5	1 235	1 290	g. 55	16	1 280	900	p. 380

Les résultats de la série D sont très analogues à ceux de la série C [1].

Les bois traités par les *carbolineums*, le *goudron*, le *microsol* se sont fort bien maintenus, ainsi que ceux qui ont été plongés dans la solution d'*antinonnine*.

L'antinonnine n'a cependant pas la même valeur antiseptique que le microsol, comme le prouve la constatation suivante. Les trois cubes de hêtre (témoin, avec antinonnine, avec microsol) de la série C ont été pesés dans des conditions identiques. Le cube témoin, qui paraît sain à l'extérieur, avec surface lisse,

1. Les échantillons les plus démonstratifs des quatre séries A, B, C, D ont été soumis à l'examen des membres de la Société des sciences pendant les deux séances où il a été rendu compte des recherches qui font l'objet de ce travail.

sans fissure, est très léger, sonne le creux et montre à l'intérieur un bois complètement échauffé parsemé de fentes où se voient de nombreuses plaques d'un mycélium blanc. Son bois, *devenu absolument inutilisable,* n'a plus que la densité *0,396,* presque moitié de la densité primitive. Le cube traité à l'antinonnine et d'apparence saine a une densité de *0,538 ;* enfin le cube traité au microsol, parfaitement sain, avec sa coloration normale, accuse une densité de *0,707 ;* c'est la densité normale du hêtre.

Le microsol a donc empêché toute évolution de champignon dans ce milieu pourtant si favorable ; l'influence germicide de l'antinonnine a été moins énergique ; la perte de poids le prouve.

L'*acide fluorhydrique* a eu, comme l'antinonnine, une certaine efficacité.

Ces deux derniers antiseptiques, de nulle valeur en plein air, se comportent mieux vis-à-vis des bois abrités contre les intempéries, tandis que le *lysol* n'a aucun effet antiseptique sur les bois, dans quelques conditions qu'ils soient placés.

Les demi-cubes de peuplier carbolinés ou microsolés qui sont restés un an dans le pourrissoir du jardin de l'école, après avoir séjourné deux ans dans la galerie, en ont été retirés intacts ; mais ceux qui avaient été immergés dans l'antinonnine ou le goudron étaient déjà très fortement altérés.

Antigermine. — 250 grammes de cette mixture d'un beau vert pré ont été délayés dans 300 grammes d'eau et on a agité le mélange dans 12 litres d'eau chaude.

Neuf échantillons y ont été plongés pendant un jour (trois cubes de chêne, trois cubes de hêtre, trois cubes de sapin) puis placés dans la galerie 4 *bis* où ils sont restés trois ans côte à côte avec sept échantillons témoins provenant des mêmes billes.

Les seize fragments mis en expérience ont été examinés le 26 mars 1907.

Les bois de *chêne,* traités ou non, sont indemnes sauf le n° 6, échantillon témoin. Celui-ci était le seul qui renfermât de l'aubier, lequel est assez fortement altéré.

Les trois cubes de *hêtre* immergés dans l'antigermine sont tous très altérés ; l'un, qui pesait sec 617 grammes, ne pèse plus, après une dessiccation insuffisante de deux jours dans une chambre chauffée, que 400 grammes, et dans les fentes circulent des arborisations de mycéliums.

Les cubes témoins n'ont perdu guère plus de poids que les échantillons traités.

Sur le bois de *sapin*, l'antigermine a exercé une plus heureuse influence que sur le hêtre. Les trois cubes de sapin traités ont gardé à peu près leur poids primitif, tandis que les deux cubes témoins sont très altérés. Ils ont perdu presque la moitié de leur substance (1).

D'après cette expérience, unique il est vrai, l'antigermine, employée à la dose de 2 °/₀, la plus concentrée de celles qui sont indiquées dans les instructions de la société, a donné de mauvais résultats sur le hêtre, quoique cet antiseptique, qui s'est placé au premier rang dans les expériences de M. Wesenberg (rapportées plus haut), ait été injecté, non par simple badigeonnage, mais par une immersion prolongée pendant vingt-quatre heures. Cet ingrédient est peut-être excellent contre les levures et les bactéries; mais il n'a pas empêché les filaments mycéliens de se développer vigoureusement dans le bois de hêtre.

Résumé de la seconde partie

1° Les augmentations de poids des cinq espèces de bois immergés dans les deux carbolineums et pesés après trois ans d'exposition à la pluie ou de séjour à sec dans les galeries sont à peu près les mêmes. Ceci prouve que ces mixtures sont très difficilement solubles, ce qui est une grande qualité;

2° Parmi les échantillons témoins, le sapin (2) est le plus altéré après le peuplier, tandis qu'en plein air c'est lui qui s'est le mieux conservé. Dans l'atmosphère des galeries, le peuplier ne s'est pas mieux gardé qu'à l'extérieur; le cœur de chêne est indemne; ces deux essences se sont donc comportées comme dans les expériences faites à Commentry (mines de houille) [3] où le chêne occupe le premier rang pour la durée et le peuplier le der-

1. Trois échantillons témoins (hêtre et sapin) placés sur une planche champignonnée étaient tellement enveloppés et pénétrés par le mycélium qu'en les soulevant on enlevait en même temps la planche sur laquelle ils reposaient. Il a fallu un réel effort pour les détacher.

2. A la mine de Ludres, le sapin vert, qui a toute sa résine, dure quarante mois; le sapin sec, comme celui de nos essais, ne dure pas un an.

3. Citées par M. Mathey, *loc. cit.*, p. 78.

nier. C'est le hêtre qui est l'avant-dernier à Commentry où le sapin n'a pas été essayé. Dans nos essais, il s'est montré aussi fort altéré ;

3° Les cubes des cinq espèces de bois plongés pendant vingt-quatre heures :

soit dans le *Carbolineum Avenarius ;*

soit dans le carbolineum, marque du Lion ;

soit dans le goudron de l'usine à gaz ;

soit dans le microsol,

ont été retirés intacts après cette période de trois ans.

Ces quatre antiseptiques ont été également efficaces dans les deux milieux si différents où les bois étaient placés. Mais il est bien certain (d'après ce qui a été dit plus haut, relativement à l'échantillon de pin d'Alep et au demi-cube de peuplier goudronné mis un an au pourrissoir) que le goudron est le moins sûr des quatre. Qu'il se produise une solution de continuité dans le revêtement de goudron, le bois sous-jacent est livré sans défense aux agents de destruction. La lutte pour la première place se circonscrit donc entre les carbolineums et le microsol ;

4° Pour l'antinonnine et l'acide fluorhydrique, leur pouvoir antiseptique est très différent suivant qu'il s'agit de bois soumis à l'atmosphère humide et chaude des galeries de mines ou de bois exposés aux intempéries. Dans ce dernier cas, leur effet est nul ; ils ont eu au contraire une action favorable sur la conservation des bois à l'abri, l'antinonnine surtout, bien qu'elle ne puisse lutter cependant avec les carbolineums ou le microsol. Le sapin traité à l'antinonnine est aussi net qu'au début de l'expérience ; ceci est d'autant plus significatif que le sapin témoin est très altéré.

L'*acide fluorhydrique* a empêché aussi l'aubier des plateaux de chêne de se décomposer. Plusieurs plateaux de chêne avec tout l'aubier ont été mis en expérience, les uns tels quels, les autres après immersion de vingt-quatre heures dans l'acide. Au bout de trois ans, l'aubier de ces derniers est resté en bon état, celui des chênes témoins est entièrement décomposé ;

5° Enfin le *lysol* s'est montré aussi détestable à l'intérieur qu'à l'extérieur ; c'est un produit à rejeter pour les bois, quel que soit le milieu auquel on les destine.

Résultat technique à Ludres

A la mine de Ludres les bois de peuplier, sapin, hêtre, au bout de trois ans (même bien avant ce délai), doivent être remplacés [1]. S'ils étaient passés au carbolineum ou au microsol dans les conditions des essais précédents, ils seraient, après trois ans, aussi solides, aussi résistants qu'au jour de leur mise en place. L'aubier de chêne pourrait être employé au même titre que le cœur.

Au point de vue pécuniaire il reste à déterminer si les frais d'imprégnation ne sont pas largement compensés par la durée considérablement prolongée des étais de mine et surtout par l'économie de main-d'œuvre. Avec les bois bruts, tels qu'on les emploie, il faut, dans les galeries maîtresses où le boisement doit être très solide et doit être maintenu pendant de longues années, une surveillance et des réfections constantes qui gênent la circulation et finissent par coûter fort cher. On réduirait au minimum ces frais et ces ennuis en employant des bois imprégnés comme les nôtres. L'installation serait très peu coûteuse; il suffirait d'acheter l'antiseptique et un récipient, une cuve en bois.

Carbolineums ou microsols ?

Auquel des deux groupes d'antiseptiques (*carbolineums* ou *microsols*)[2], sortis victorieux du concours établi dans les conditions déterminées ci-dessus, doit-on donner la préférence? On ne peut répondre ici par *oui* ou par *non*.

Plusieurs considérations sont à envisager; d'abord celle du prix de revient. L'immersion dans les carbolineums (ou le badigeonnage) coûte-t-elle plus que l'immersion dans les solutions de microsols, soit à 1,5 °/₀, soit à 2 °/₀, soit à 4 °/₀? C'est à chacun à

---

1. A la mine de Ludres on n'emploie ni peuplier, ni hêtre, bois beaucoup trop altérables; mais on utilise les résineux en forte proportion. D'après les dires de M. Romestan, le chef mineur, le sapin (et par ce terme on entend tous les résineux) dure trente-six à quarante mois, s'il est employé frais, et moins d'un an s'il est sec. Nous avons vu aussi que le sapin sec placé dans les galeries était bien plus altéré au bout de trois ans que celui qui était resté exposé aux intempéries.

2. Répétons encore une fois que nous sommes bien loin de prétendre qu'il n'existe pas d'autres antiseptiques dignes de confiance; il en est sans doute d'aussi bons, peut-être même de meilleurs : on conçoit qu'il ne puisse être question ici que de ceux qui ont été essayés.

faire ce calcul. Si la solution de microsol à 2 °/₀ possède des qualités antiseptiques suffisantes on pourra l'employer en réduisant ainsi de moitié les frais d'achat.

On doit tenir compte aussi de la commodité dans l'emploi. Les personnes qui se servent des carbolineums leur reconnaissent divers inconvénients qui n'ont pas grande importance quand il s'agit de bois en plein air (clôtures, hangars, etc.), mais qui font obstacle à leur utilisation à l'intérieur des habitations.

1° Les bois enduits de carbolineum gardent longtemps une odeur persistante que certains trouvent désagréable et qui, peut-être, se communique aux denrées (fruits et autres produits alimentaires) placées dans les caves et les greniers.

2° Les ouvriers salissent beaucoup leurs mains et leurs vêtements et doivent prendre des précautions pour protéger leurs yeux, la peau de leur visage[1] contre les irritations, les inflammations provoquées par les émanations du carbolineum, surtout si on l'emploie à chaud et dans des espaces fermés.

3° Enfin on ne peut appliquer de peinture sur les bois badigeonnés au carbolineum ; ce produit, même après un long temps de séchage[2], diffuse à travers la peinture et le plâtre ; les teintes primitives sont altérées ; on voit de longues flammes brunes qui gâtent tout à fait l'aspect cherché.

Mais pour garantir les plinthes et les boiseries contre les attaques des champignons (*Merulius lacrymans, Polyporus vaporarius*) il faut seulement badigeonner la face postérieure des plinthes et des boiseries, celle qui est en contact avec le mur, et si l'on prend la précaution de peindre d'abord la face vue et de ne passer au carbolineum la face cachée de la boiserie qu'après que la peinture est sèche, le carbolineum ne diffusera pas à travers la peinture[3].

4° On veut quelquefois conserver au bois sa teinte naturelle, ce

1. Mais on peut tremper impunément les mains dans le carbolineum fût-il à une température telle que la main puisse à peine la supporter. Ce produit peut être chauffé au bain-marie jusqu'à la température d'ébullition de l'eau sans qu'on ait à craindre qu'il ne s'enflamme.

2. Une latte badigeonnée au carbolineum depuis vingt ans reçoit une couche de peinture ; la teinte brune ressort une fois que la peinture est sèche.

3. Plusieurs essais ont été faits sur des planches de peuplier ou de sapin, de 8 à 27 millimètres d'épaisseur. Après que la peinture de la face vue fut complètement sèche, on badigeonna au carbolineum, même plusieurs fois, la face en contact avec le mur ; jamais la teinte brune du carbolineum ne vint altérer la peinture.

qui ne se peut avec le carbolineum, tandis que le microsol (S à teinte vert clair) laisse au bois sa couleur primitive.

Aucun des inconvénients précédents ne se présente avec le microsol essayé en 1903[1]. Ce produit n'a pas d'odeur, n'émet pas de vapeurs irritantes; le bois microsolé peut être peint sans qu'on ait à craindre la diffusion de la substance à travers la peinture.

Le microsol semble donc présenter, pour l'emploi dans l'intérieur des habitations, de sérieux avantages sur les carbolineums qui doivent être réservés pour les bois en plein air.

Essais d'infection

Dans les galeries de Ludres les bois antiseptisés se sont trouvés placés dans les conditions habituelles des bois utilisés dans ce milieu spécial et, à ce titre, les résultats obtenus ont une réelle valeur pratique. Mais bien que ce milieu soit éminemment favorable au développement des champignons, on n'était pas certain que chaque cube d'essai serait exposé en même temps aux attaques des mêmes champignons agissant avec la même vigueur; on était même sûr du contraire. Pour pouvoir se faire une opinion bien fondée sur la valeur comparative des divers antiseptiques il n'est rien de mieux que des essais d'infection où chaque antiseptique se trouvera placé, vis-à-vis des principaux champignons destructeurs du bois, dans les mêmes conditions que ses concurrents.

En mai 1906 on a installé dans le sous-sol du laboratoire de l'École forestière, et dans des conditions qui semblaient excellentes, un essai d'infection par le champignon le plus redoutable, le *Merulius lacrymans*.

Huit fragments, préalablement pesés, de bois de sapin provenant des cubes d'essai qui avaient séjourné pendant deux ans et demi dans le jardin de l'École, furent enfermés dans un fragment de poteau télégraphique en sapin, scié en deux moitiés suivant une section longitudinale médiane. Ce poteau télégraphique était envahi à fond par le mérule dont le mycélium formait des revête-

---

1. La société *Le Vitralin* (Freitag et Cie) fournit maintenant (1907) des microsols (par exemple : M) qui colorent fortement le bois en rouge brun.

ments d'ouate blanche où perlaient de-ci de-là les gouttelettes caractéristiques.

Au bout de neuf mois, en février 1907, on examina les fragments. Ceux qui avaient été traités au lysol et à l'acide fluorhydrique sont nettement attaqués; ils sont recouverts de plaques mycéliennes adhérentes, sûrement parasites. Sur l'échantillon témoin se trouve une tache de mycélium sous laquelle le tissu est désorganisé; l'ongle y enfonce aisément; la couleur et la friabilité sont aussi de sûrs indices. Le fragment à l'antinonnine est altéré aussi; le bois n'a plus, par endroits, sa dureté normale. Les morceaux imprégnés de carbolineum, de goudron et de microsol sont bien recouverts comme les autres de lames mycéliennes; mais elles ne s'enfoncent pas dans les tissus; on les enlève facilement au doigt et le tissu a gardé partout sa dureté primitive. Le mycélium s'y est répandu comme il se répand sur la terre, sur la pierre, sur le fer, mais il ne s'y alimente pas.

Ces résultats, quoique très incomplets parce que l'expérience n'a pas duré assez longtemps[1], confirment néanmoins les précédents.

Les fragments ont été remis en place pour être examinés dans un an; peut-être alors l'examen microscopique et la perte de substance accusée par la balance donneront-ils des indications plus précises.

---

1. L'invasion du mycélium était sans doute assez récente ou ne s'est pas prononcée avec vigueur; car les poids retrouvés au bout des neuf mois ont été exactement ceux du début, sauf pour le fragment à l'antinonnine, qui avait perdu 1 gramme. On sait qu'on est loin de réussir toujours dans les essais d'infection; tantôt on n'obtiendra qu'un résultat nul ou médiocre en se plaçant dans les conditions que la science indique comme étant les plus favorables; tantôt on aura de très beaux développements mycéliens sans les avoir cherchés. M. de Tubeuf a fait construire dans une tourbière une cabane dans laquelle il entasse les bois champignonnés pour en faire un milieu de culture dont on se sert pour éprouver les antiseptiques. Les compagnies de chemins de fer se servent, pour essayer la résistance de leurs traverses, de pourrissoirs. Celui de Surdon (Orne) est disposé de la manière suivante : « On a creusé dans le sol une fosse de 4^{m},50 de longueur sur 3 mètres de largeur et 0^{m},50 de profondeur que l'on a remplie de fumier de cheval sur 0^{m},30 d'épaisseur. Les bois et traverses à expérimenter sont enfouis dans le fumier, recouvert lui-même d'environ 0^{m},25 de terre végétale dans laquelle on fait pousser des plantes arrosées fréquemment afin d'entretenir un état constant d'humidité. Le milieu réalisé par le pourrissoir joue certainement un rôle important, car des témoins en hêtre non préparé, placés dans un grenier très sec en même temps que les morceaux de traverses soumis à l'action du pourrissoir, sont encore en parfait état de conservation; dans ce même grenier des morceaux de hêtre échauffé se sont maintenus sans altération plus accentuée. » (M. Merklen, *loc. cit.*)

Dégâts des insectes dans les bois en œuvre

La matière ligneuse, vivante ou morte, sert de pâture non seulement à des végétaux parasites, tels que les champignons, mais encore à certains animaux qui, presque tous, sont des insectes ou des mollusques. Animaux et végétaux parasites sont bien plu abondants sur la matière ligneuse vivante, sur les arbres, don l'aubier est riche en éléments nutritifs, que sur les bois en œuvre auxquels on retranche d'ordinaire ces couches ligneuses extérieures (aubier ou bois blanc) où s'accumulent les matières plastiques si recherchées par les insectes et les champignons et qui, sous leurs attaques, tombent très vite en pourriture ou en vermoulure. Ils sont plus abondants, plus variés sur les arbres vivants; ce sont en outre, le plus souvent, d'autres espèces. Les champignons, les insectes qui attaquent un chêne ou un sapin ne sont pas ceux que l'on rencontre sur la poutre de chêne ou de sapin de nos habitations.

Dans ce dernier chapitre on va passer en revue les principaux insectes qui se nourrissent aux dépens de nos bois d'œuvre, réduisant en *vermoulure* la matière ligneuse; pour chacun on donnera des notions sommaires sur les *caractères* qui permettent de les reconnaître, sur la *biologie,* sur les *dégâts* qu'ils commettent et sur les *moyens* à employer soit pour les *prévenir,* soit pour les *arrêter*.

Il ne sera pas question des mollusques, dont le plus nuisible est certainement le terrible taret naval (*Teredo navalis*)[1], parce que ces mollusques perforants ne s'attaquent qu'aux bois plongés dans l'eau de mer, lesquels ne sont point en cause ici. Du reste les antiseptiques essayés ci-dessus seraient de nul effet contre le taret. « Des pieux en sapin créosotés à raison de 323 kilogr. par mètre cube furent battus en février et mars 1902 par $7^{m},95$ d'eau environ. En juillet 1905 on constata que sur un total de 198 pieux,

1. Le taret naval, qui appartient au groupe des Lamellibranches siphoniens, perfore à l'aide des bords très aigus de sa petite coquille les bois les plus durs (carènes des navires, bois des digues, pieux des jetées) et y creuse de longues galeries qu'il revêt d'un enduit calcaire. Ces galeries se multiplient souvent si vite qu'en peu d'années le bois est hors d'usage. On sait que ce mollusque a été la cause de la fameuse inondation de la Hollande au début du dix-huitième siècle et de la destruction rapide de plusieurs vaisseaux.

5 étaient rongés par le taret au point qu'il fallut les renouveler[1]. » Le seul moyen de préserver les approvisionnements de bois de marine des attaques du taret et de l'insecte nommé *Lymexylon navale* est de les immerger dans l'eau saumâtre, milieu dans lequel ces animaux ne peuvent vivre. C'est surtout pour se prémunir contre le taret qu'on recouvre de feuilles de cuivre la carène des navires marchands.

Les insectes nuisibles aux bois en œuvre sont peu nombreux. On peut citer, par ordre d'importance, le *capricorne domestique*, les *termites*, les *vrillettes* et, dans une très faible mesure, les *sirex*.

Capricorne domestique (*Hylotrupes bajulus* L.)

Caractères. — Au premier rang des insectes nuisibles au bois en œuvre (charpentes, meubles) on doit placer un longicorne, vulgairement appelé *capricorne domestique*[2], mais dont le nom scientifique est *Hylotrupes bajulus* L.

Ce nom générique d'Hylotrupes, dérivé du grec, signifie *qui perce le bois* et fait pressentir sa nocuité[3].

C'est un Coléoptère tétramère[4], de la grande famille des Longicornes ou Cerambycides, dont la taille est très variable, oscillant entre 8 et 20 millimètres.

Il a (pl. X, fig. 1) le corselet ou prothorax arrondi, plat, à bord lisse, densément ponctué, revêtu d'un duvet épais, cotonneux et blanchâtre, avec, sur le milieu, une ligne longitudinale lisse et luisante et, de chaque côté de celle-ci un tubercule ou empâtement luisant, presque en demi-lune, d'un noir brillant; les élytres brunes munies de poils cotonneux grisonnants et, très souvent, vers le tiers de leur longueur, de deux mouchetures velues blanchâtres. Les antennes grêles, pubescentes, atteignent à peine la moitié du corps. La femelle est munie d'une tarière; les mâles sont notablement plus petits et plus étroits que les femelles.

La figure 1[a] représente la forme caractéristique des palpes

---

1. H. R. Stanford, *American Society of civil Engineers*. Vol. XXXI, n° 9.
2. C'est le *Hausbock* des Allemands.
3. Le nom spécifique *bajulus* veut dire en latin *porteur, portefaix*.
4. C'est-à-dire ayant quatre articles à tous les tarses.

labiaux dont le dernier article est de moitié plus long que le précédent, élargi et tronqué à l'extrémité; premier article un peu plus court que le deuxième. C'est un des insectes les plus communs dans toute l'Europe; il existe aussi dans l'Amérique septentrionale.

Mœurs. — L'insecte parfait apparaît en mai et copule en juin. La ponte a lieu en juillet sous l'écorce des résineux morts, si l'insecte vit en forêt; dans les anciennes galeries des larves, s'il vit dans les poutres des maisons. Dans la seconde moitié de juillet les larves qui viennent d'éclore pénètrent profondément dans le bois creusant des galeries irrégulières et ont déjà atteint au mois d'août la moitié de leur dimension. Elles sont blanches, presque cylindriques, faiblement jaunâtres à l'époque de la nymphose qui a lieu, croit-on, après le deuxième hivernage. Adultes, elles ont 20 à 22 millimètres de longueur avec la tête d'un jaunâtre uniforme; elles se font une cellule au milieu de la vermoulure, et c'est là qu'elles se métamorphosent en une nymphe ou pupe, d'un blanc jaunâtre.

Dégâts. — Les larves vivent dans des galeries à section elliptique très aplatie et remplies de bourrelets de vermoulure comme toutes les galeries de longicornes.

Quand elles sont installées dans une poutre de sapin, d'épicéa, de pin, elles y passent toute leur existence; les insectes parfaits eux-mêmes ne sortent le plus souvent pas pour copuler; ils se fécondent dans le bois même comme le font les vrillettes. La femelle pond ses œufs dans le bois et les générations se succèdent ainsi, rongeant de plus en plus l'intérieur de la poutre, mais respectant scrupuleusement la surface qui, restant intacte, donne une sécurité trompeuse.

La poutre est entièrement vermoulue et la toiture, par exemple, s'effondre sans qu'on se soit aperçu de rien.

Tous les bois résineux sont sujets aux attaques du capricorne domestique; on les a surtout constatées dans le sapin, l'épicéa et les pins parce que ce sont les essences les plus employées dans les constructions; mais il est probable qu'ils peuvent vivre dans d'autres résineux. On ne signale pas sa présence dans les bois feuillus.

A Nancy récemment, plusieurs maisons ont eu à souffrir de

dégâts importants[1] et je reçois de temps en temps des plaintes et des demandes de conseils de divers points de France.

Cet insecte se trouve aussi en forêt où il s'installe, comme la plupart des longicornes, dans l'aubier des arbres tout à fait dépérissants ou morts et des bois abattus. Il y mène la même vie que la légion d'insectes longicornes lignivores. Ce qui le distingue de ses congénères, ce qui en fait un ennemi très dangereux, c'est *l'aptitude qu'il possède, seul ou à peu près, d'installer ses générations successives dans la même poutre jusqu'à son entière destruction, sans se montrer au dehors.*

Quand il trouve à se loger en forêt dans des maisons construites en bois, cas fréquent en Russie, il y pullule au point de les rendre inhabitables, les poutres étant réduites en une masse spongieuse[2].

« L'*Hylotrupes bajulus,* dit Perris[3], est un des insectes dont nous devons le plus redouter les ravages parce qu'il se présente comme un véritable ennemi domestique. Il pond, en effet, ses œufs dans les bois mis en œuvre, les meubles, les planchers, les charpentes et compromet ainsi la solidité des constructions. Sa larve ne s'arrête que devant le cœur du bois[4]; tout ce qui est aubier est creusé par elle de galeries à section elliptique, dirigées dans le sens des fibres. Lorsqu'elle a vécu en société, ces galeries sont tellement rapprochées qu'il reste à peine entre elles de très minces cloisons. Dans cet état, les pièces de bois extraites d'arbres jeunes et les planches composées presque entièrement d'aubier fléchissent, se rompent ou s'écrasent sous un faible poids et les pièces plus fortes, considérablement ré-

1. En ce moment (mars 1907) on démolit à Nancy les écuries de l'ancien Opéra, sur la place Boffrand. Les poutres, chevrons, solives, planchers (qui sont en bois de sapin) sont perforés de toutes parts, mais surtout dans les couches externes par les galeries du capricorne et des vrillettes. La démolition s'imposait à bref délai au point de vue de la sécurité.

2. Voir *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen,* 1893, p. 102. Dans le gouvernement d'Orel, le canton de Brassowo, qui renferme environ 7 000 hectares de forêts essentiellement formées de pin sylvestre (70 °/₀), possède soixante maisons forestières ou installations industrielles construites en grumes de pins empilés, comme dans les izbas. Les trois quarts des maisons sont fortement endommagées; en dix ou quinze ans elles deviennent inhabitables. Quand la température est suffisamment élevée, on *entend,* disent les habitants, les insectes manger tout l'hiver.

3. *Histoire des insectes du pin maritime,* Paris, 1863, p. 370.

4. Comme dans les sapins, les épicéas si employés dans les constructions, il n'y a pas de différence nette entre l'aubier et le cœur, les larves, nous l'avons constaté plusieurs fois, rongent toute la poutre, et la figure 1c de la planche X montre qu'elles ne reculent pas non plus devant le cœur du pin.

duites et n'ayant d'autre résistance que celle des couches centrales épargnées par les larves, deviennent incapables de supporter les fardeaux dont on les a chargées et menacent des plus grands dangers.

« Ce qui rend encore plus perfides les ravages de ces larves malfaisantes, c'est qu'un seul trou de sortie est commun à une foule d'insectes parfaits, ainsi que je m'en suis assuré ; de sorte qu'une pièce de bois dont la surface est percée à peine de quelques trous et n'inspire pas, dès lors, de grandes inquiétudes, peut être et même est ordinairement tout à fait vermoulue. »

Moyens préventifs et destructifs. — Il existe un moyen bien simple, absolument efficace, de se mettre à l'abri de ces hôtes dangereux. On n'a qu'à badigeonner une fois, et mieux deux fois, tout le poutrage avec un insecticide éprouvé, tel que le carbolineum appliqué à chaud pour plus de sûreté. On peut être certain que le capricorne n'y viendra pas creuser ses galeries.

Qu'on veuille bien examiner la planche X. Les figures 1^b et 1^c représentent les deux extrémités d'un chevron en bois de pin (16/20 d'équarrissage) faisant partie de la toiture d'un hangar construit depuis quinze ans. L'extrémité extérieure, badigeonnée au *Carbolineum Avenarius*, ne porte pas trace de galeries du longicorne lesquelles se voient à l'autre bout du tronçon en B. Elles s'arrêtent juste à la limite d'application de l'enduit, limite très visible sur la figure. Le capricorne a travaillé bien plus activement encore à l'autre extrémité du chevron, près de la panne faîtière ; la figure 1^c montre ce qui reste de cette partie qui avait primitivement le même équarrissage que l'extrémité 1^b.

Cet exemple est tout à fait probant.

Si l'on n'a pas pris cette précaution peu coûteuse et qu'on s'aperçoive de l'invasion du longicorne à temps avant qu'il ait diminué d'une façon dangereuse la résistance de la charpente, il est facile d'enrayer ses progrès. Avec un racloir quelconque, on débarrasse la poutre ou le chevron de la mince lame superficielle de bois intact que l'insecte a toujours la précaution de conserver pour travailler à son abri, on fait tomber, en raclant énergiquement, toute la vermoulure tassée dans les galeries et tous les fragments de bois dilacéré jusqu'à ce qu'on arrive au bois à peu près intact. On passe alors deux couches de peinture au carbolineum appliquées à chaud et l'on peut être assuré que toutes les larves

seront détruites et que d'autres ne viendront point plus tard s'installer dans le bois ainsi préparé.

Comme les ravages de cet insecte augmentent certainement de fréquence, il est de plus en plus utile de s'assurer contre eux.

Termite lucifuge (*Termes lucifugus* L.)

Après le capricorne domestique, on peut mettre au second rang, pour les dégâts causés aux bois en œuvre, aux bois des habitations, le *Termite lucifuge,* dont les ravages se limitent heureusement au Sud-Ouest de la France. Cet insecte n'appartient plus à l'ordre des Coléoptères ; il fait partie de celui des Névroptères où l'on distingue les *pseudo névroptères* à métamorphoses incomplètes (termites, libellules, éphémères), et les *Névroptères vrais* à métamorphoses complètes, les insectes passant par les quatre états bien distincts d'œuf, de larve, de nymphe immobile et d'insecte parfait.

Chez les pseudo névroptères dont les termites font partie, il sort de l'œuf un être qui ressemble beaucoup à l'insecte adulte ; il ne lui manque que les ailes et les organes de reproduction : ce n'est pas le cas pour les Névroptères vrais (phrygane, fourmi-lion) où la larve diffère complètement de l'adulte.

Les termites, dont il y a de nombreuses espèces, sont essentiellement des insectes des régions chaudes de l'ancien et du nouveau monde, où ils causent de grands dégâts ([1]). Deux espèces seulement habitent l'Europe ; la plus importante est le Termite lucifuge, indigène dans le Sud de la France, mais répandu surtout dans le Sud-Ouest, où ses ravages de plus en plus fréquents s'étendent dans toute la région marquée par les villes de Bordeaux, La Rochelle, Rochefort, Saintes ; il vient de s'avancer (en 1905) jusque près de Nérac où il a déterminé l'effondrement d'une maison.

C'est seulement en 1797 qu'on découvrit pour la première fois des termites à Rochefort dans un immeuble qui était resté longtemps inhabité et d'où ils se répandirent dans les maisons voisines. En 1829, Latreille parle des grands ravages exercés par cet insecte dans les ateliers et magasins de la marine à Rochefort,

1 *Termes utriusque Indiæ calamitas summa,* disait déjà Linné.

Dans cette dernière ville ainsi qu'à Saintes, à La Rochelle, on a vu, dit M. PEREZ, des planchers, des toitures s'effondrer subitement, des maisons en partie détruites qu'il a fallu reconstruire ou abandonner.

Dans une étude qui est en cours de publication [1], M. Ch. PEREZ, professeur de zoologie à la faculté de Bordeaux, mentionne en cette ville des dégâts tout comparables à ceux des Charentes [2].

Nous avons reçu en 1901 d'un architecte de Bordeaux un fragment d'une plinthe en bois de pin dont la face postérieure, contiguë au mur, était très curieusement rongée par les termites. On voit (pl. X, fig. 4) que les *fourmis blanches,* nom vulgaire sous lequel on désigne les termites, ont attaqué profondément les zones plus tendres et plus nutritives de bois de printemps, respectant scrupuleusement (provisoirement du moins) les zones plus dures de bois d'automne qui se profilent en longues et étroites saillies.

Laissant de côté tout ce qui concerne les mœurs si curieuses des termites [3], nous nous occuperons du point important pour les propriétaires, c'est-à-dire de la façon dont il faut s'y prendre pour prévenir ou arrêter les dégâts des fourmis blanches.

Doit-on adopter la thèse soutenue par certains auteurs et par des journaux plus ou moins bien renseignés ou intéressés dans la question [4], thèse d'après laquelle il n'y aurait, en cas d'invasion

---

1. « Les Termites dans le Sud-Ouest de la France », dans le *Bulletin de la Société d'études et de vulgarisation de la zoologie agricole.* Bordeaux, Institut de zoologie, 1907.

2. « La Préfecture, la Bourse, le Muséum d'histoire naturelle ont subi leurs atteintes ; nombre de maisons particulières sont envahies : rue Mazarin, rue Saint-Charles, rue Jules-Steeg, etc. »

3. Ces mœurs ont été étudiées par nombre de naturalistes (DE QUATREFAGES, BATES, BOBE-MOREAU, etc.), et l'on trouvera dans la plupart des traités d'entomologie, par exemple dans les *Merveilles de la nature,* par BREHM (*Les Insectes,* par J. KÜNCKEL D'HERCULAIS), de bons résumés de l'état de nos connaissances sur ce point. Si l'on veut se renseigner sur les mœurs de notre termite indigène, il faut lire l'intéressante brochure que lui a consacrée M. J. PEREZ, professeur de zoologie à la faculté de Bordeaux, sous le titre : « Le Termite lucifuge » (*Revue des sciences naturelles appliquées,* décembre 1895, ou *Bulletin de la Société nationale d'acclimatation,* février 1896).

4. Tels que le journal métallurgique *l'Usine,* où on lit : « Il y a peu, sinon rien, à faire contre le termite; la raison en est que, si l'animal adulte est tué par le pétrole, l'acide sulfureux ou le sulfure de carbone, la larve et l'œuf n'en sont nullement incommodés. » Ceci est une erreur puisque, comme on vient de le dire, la larve ressemble beaucoup à l'insecte parfait et même est moins résistante que lui. « Aujourd'hui, continue le journal, des Charentes aux Pyrénées et de l'océan Atlantique aux confins du Gers, le termite est très commun et l'on y appréhende beaucoup que ces insectes, venant à pulluler à la suite d'une année plus favorable à leur multiplication, ne constituent

d'une maison par les termites, *qu'à remplacer par du fer les charpentes contaminées ?*

Non, cent fois non.

Pour prévenir toute invasion de termites dans une construction neuve, il suffit tout simplement de se servir, pour les parties des charpentes qui sont susceptibles d'être attaquées, de bois imprégnés de créosote ou même badigeonnés convenablement, c'est-à-dire deux fois et à chaud, avec le *Carbolineum Avenarius* et l'on peut être sûr que les termites n'y toucheront pas. La preuve est faite [1].

Dans les vieilles constructions, si l'on s'aperçoit de la présence des termites, il faut chercher à les détruire par des émanations de gaz toxiques au sein des termitières. Ceux qui ont donné les meilleurs résultats sont le chlore, très vanté par A. DE QUATREFAGES, l'acide sulfureux, le sulfure de carbone.

Si l'on ne peut arriver ainsi à une destruction complète, on est obligé de recourir, pour empêcher la destruction complète des bois partiellement rongés, mais pouvant encore servir, aux enduits de carbolineum appliqués à la température de 60°. Cette substance est un très énergique insecticide dont le contact ou les émanations tueront ou éloigneront les insectes.

Ce moyen préventif, absolument efficace, est si facile à employer qu'on s'étonne que les architectes ne le prescrivent pas pour toutes les maisons neuves édifiées dans les régions exposées aux ravages des termites.

Vrillettes (*Anobium, Lyctus, Ptilinus*, etc.)

On englobe sous le nom vulgaire de *Vrillettes* non seulement les vrillettes proprement dites qui constituent la famille des Anobiides (genres principaux : *Anobium, Ernobius, Ptilinus*), mais encore quelques autres espèces appartenant à des familles voi-

---

par la suite un fléau sans précédent pour cette région de la France où 95 % des planchers des maisons sont construits en poutres de bois. » Ceci est exact ; le danger existe, mais les architectes, les entrepreneurs, les propriétaires n'ont qu'à prendre les précautions indiquées.

1. Les traverses du chemin de fer de Dakar à Saint-Louis étaient rongées par les termites presque aussitôt après leur mise en place ; ces insectes n'y touchent plus depuis qu'on se sert de traverses créosotées. Les bois convenablement enduits de *Carbolineum Avenarius* sont également épargnés, s'il faut en croire des attestations venant du Gabon.

sines, par exemple celle des Lyctides avec le *Lyctus canaliculatus* et celle des Apatides avec l'*Apate capucina,* et ressemblant aux vrillettes par leurs caractères morphologiques et leurs mœurs.

Tous ces insectes sont des Coléoptères pentamères de petite taille (2 à 6 millimètres) dont les antennes sont dentées en scie (pl. X, fig. 2) ou même pectinées (pl. X, fig. 3); les cinq articles des tarses sont entiers et peuvent se replier sous le corps comme les antennes; dans cette attitude qu'ils prennent dès qu'un danger les menace, ils ont l'habitude de faire le mort, défiant alors toutes les excitations sans donner signe de vie, ce qui leur a valu le surnom de « boudeur » (Brehm). Une autre habitude des vrillettes est de faire entendre à certains moments des coups secs à intervalles réguliers rappelant le tic-tac d'une montre. L'insecte, rongeant le bois dans sa galerie, produit ce bruit en projetant son corps en avant et frappant le bois avec le front et la partie antérieure du corselet. Ces coups frappés par les mâles et les femelles sont des signaux d'appel destinés à favoriser le rapprochement des sexes[1]. La femelle, une fois fécondée, pond dans sa galerie, comme l'*Hylotrupes bajulus.* De ces œufs sortent des larves, courbées et ridées, munies de six pattes courtes et de mandibules courtes aussi, mais larges et robustes, à l'aide desquelles, continuant l'œuvre des parents, elles creusent des galeries parallèles aux fibres ligneuses dans toute l'épaisseur des bois tendres feuillus ou résineux et dans l'aubier des bois à duramen distinct (chênes, châtaigniers, pins, etc.). Les larves ont bien soin de ménager la couche extérieure, précaution que prennent aussi, pour masquer leur présence, les deux ravageurs dont il vient d'être question.

Comme pour tous les insectes qui vivent à l'abri, on n'est pas bien fixé sur la durée des divers stades de leur évolution et il est probable qu'ils chevauchent fréquemment; on trouve en même temps des larves, des nymphes et des insectes parfaits. Les vrillettes qui vivent en forêt sur les bois morts ont probablement une évolution plus régulière que les vrillettes des appartements, où les variations de température sont peu sensibles. Hess indique

1. L'*horloge de la mort,* nom quelquefois donné à ces insectes par les esprits superstitieux, devient, comme on l'a fait observer, l'*horloge de la vie,* grâce aux observations de Becker; car c'est pour procréer une nouvelle vie que les vrillettes s'appellent en frappant ces coups.

deux ans pour la durée du cycle de l'*Anobium tessellatum* Fabr., dont les larves et les adultes réduisent en vermoulure le bois des arbres secs en forêt (chêne, hêtre, érable, châtaignier, etc.), le perforant dans toutes les directions. Quand les larves ont atteint leur taille, elles se nymphosent dans la vermoulure et de ces nymphes sortent, surtout au printemps ou en été, les insectes parfaits qui copulent et meurent, pour la plupart, dans l'intérieur des meubles, planchers, charpentes, sans apparaître à l'extérieur.

Les principales espèces sont :

La *Vrillette marquetée* (*Anobium tessellatum*), qui atteint les plus grandes dimensions et se distingue par la ponctuation fine qui recouvre tout le corps à l'exception des élytres, remarquables par leur marbrure. C'est, de toutes les espèces, la plus fréquente en forêt sur les arbres feuillus ; comme il vient d'être dit, elle est commune aussi dans les bois en œuvre ;

La *Vrillette opiniâtre* (*Anobium pertinax*), représentée planche X, figure 2 ; elle est noirâtre, plus petite ; les bords et les angles du corselet sont arrondis et marqués d'un creux en losange de chaque côté avec une petite tache de poils jaunes ; élytres profondément ponctuées ;

La *Vrillette domestique* (*Anobium domesticum*) ;

La *Vrillette des tables* (*Anobium striatum*), l'une des plus petites (2 à 3 millimètres);

Le *Ptilin pectinicorne* (*Ptilinus pectinicornis*), mesurant à peine 4 millimètres et de forme cylindrique comme les espèces précédentes. La structure de ses antennes permet de le reconnaître aisément ; pectinées chez les femelles, elles deviennent flabellées chez les mâles et forment d'élégants panaches ;

Le *Ptilinus costatus,* représenté planche X, figure 3 ;

Le *Lyctus canaliculatus,* type de la famille des Lyctides, ayant 3 à 4 millimètres, le corps allongé, cylindrique, les élytres marquées de nombreux sillons [1].

Telles sont les principales espèces réunies sous le nom de vrillettes [2]. Toutes creusent des galeries cylindriques, d'abord lon-

---

1. Cet insecte est extrêmement commun dans les collections de bois de l'Ecole forestière ; il faut procéder à des sulfurages ou à des immersions dans des solutions alcooliques de bichlorure de mercure pour s'en débarrasser.

2. Le *Lymexylon navale* est très nuisible dans les chantiers maritimes où on utilise le chêne ; mais on ne le voit pas dans les constructions.

gitudinales, puis en tous sens, dans l'aubier de tous les bois et surtout dans ceux (chênes) dont l'aubier est riche en matières nutritives (amidon, matières azotées). Quand l'aubier est privé de ces aliments, par des annélations par exemple, il n'est pas attaqué par les vrillettes. Le cœur des bois durs est en général respecté ; mais les bois sans duramen, feuillus ou résineux, peuvent être rongés dans toute leur épaisseur, bien que, même chez ces bois, les vrillettes pullulent surtout dans les couches extérieures, beaucoup plus riches en éléments nutritifs facilement assimilables.

C'est pour se garantir des dégâts de tous ces insectes qu'on rejette l'aubier des chênes dans tous leurs emplois comme bois d'œuvre, à moins que l'on n'empêche par des insecticides l'invasion des vrillettes.

Quoique ces insectes aient grand soin, avons-nous dit, de conserver intact un mince feuillet ligneux superficiel, il leur faut bien y creuser de-ci de-là des trous soit pour l'aérage, soit pour la sortie de la vermoulure. Les planchers, les meubles, les poutres en bois blanc ou en sapin sont parfois criblés de ces trous que l'on appelle *trous de vers ;* ils indiquent que le bois est vermoulu en dessous plus ou moins profondément.

Si l'on ne détruit pas à temps ces vrillettes, les poutres, planchers, meubles tombent bientôt en poussière.

Remèdes. — Ici encore il est facile d'empêcher les dégâts. On peut agir préventivement en enduisant d'insecticides éprouvés la surface des objets à préserver.

Si les bois sont attaqués, on agit comme il a été dit plus haut pour l'*Hylotrupes bajulus ;* on râcle la surface vermoulue et on badigeonne à deux reprises avec des substances à la fois antiseptiques et insecticides, telles que les créosotes, carbolineums, microsols, etc.

S'il s'agit de meubles ou de planchers dont on ne veuille pas altérer la couleur, on plonge les meubles dans une solution alcoolique renfermant 10 °/₀ de bichlorure de mercure [1] ; si on ne peut

---

1. L'emploi du bichlorure de mercure comme insecticide contre les vrillettes est très ancien. Paulet, dans son *Traité de la conservation des bois*, excellent à l'époque de son apparition (1874), mais bien incomplet aujourd'hui, raconte (p. 167) qu'une personne de qualité de Provence, ne sachant comment faire pour avoir du parquet que les vers ne lui mangeassent pas en peu d'années, ainsi qu'il arrive en ce pays-là (il s'agit évidemment des vrillettes), demanda conseil à un savant académicien français, M. Homberg. Celui-ci

procéder par immersion, on se sert du pinceau et l'on badigeonne avec une des nombreuses mixtures insecticides (essence de térébenthine ou de pétrole, etc.).

Caractères communs aux trois groupes précédents

Tels sont les trois insectes ou groupes d'insectes qui causent aux bois en œuvre des dommages sérieux. On a vu qu'il était bien facile d'employer contre eux soit des moyens préventifs, soit des procédés destructifs efficaces.

Ceux qui se plaignent ne peuvent accuser que leur indifférence.

Contrairement à ce que l'on constate pour les insectes qui attaquent les arbres vivants, on ne peut faire ici intervenir la *fécondité* comme la cause principale de la *nocuité*.

Le capricorne domestique, les vrillettes ne peuvent certes être considérés comme des insectes très féconds et, de plus, leur cycle biologique est long (en moyenne deux ans).

Ce qui fait la grande nocuité des insectes dont il vient d'être question, c'est la réunion des deux caractères suivants *que les trois groupes possèdent au plus haut degré :* 1° l'aptitude, rare chez les insectes, à passer toutes les phases de leur vie à l'obscurité, dans le même milieu, et à s'y féconder sans avoir besoin de paraître à la lumière; 2° l'instinct qui les porte à travailler toujours à l'abri [1] et, par suite, à respecter la surface des objets dans lesquels ils vivent, ce qui fait que l'homme ne s'aperçoit souvent que trop tard de leur présence.

C'est parce que le dernier insecte dont il reste à dire quelques mots ne jouit pas de cette néfaste propriété de se multiplier dans la même poutre sans apparaître au dehors que ses dégâts sont vraiment insignifiants. Mais comme on l'a vu parfois sortir en

---

lui conseilla de tremper son parquet dans de l'eau où l'on aurait mêlé du sublimé corrosif, ce qui fut fait avec un plein succès. Or ceci se passait en 1705, il y a plus de deux cents ans. A l'inverse de certains remèdes qui, paraît-il, ne guérissent que lorsqu'ils viennent d'être inventés, le sublimé corrosif, quoique vieux de deux siècles, guérit toujours.

1. Cet instinct est, comme on sait, très puissant chez les termites. « Faut-il passer d'un étage à un autre, s'il n'y a pas de montants en bois qui fournissent par leur intérieur le chemin tout tracé, des galeries couvertes, *faites de terre rapportée,* sont construites, et l'on voit, collées aux murailles, *des traînées sinueuses, souvent longues de plusieurs mètres,* qui sont les grandes routes de ces êtres bizarres, *ennemis du jour et de l'air libre.* Quand un édifice est ainsi envahi, sa ruine est prochaine et une saison suffit pour amener la destruction d'une maison » (*Le Termite lucifuge,* par J. Perez.)

assez grand nombre des poutres et des charpentes des maisons neuves, il peut, à la rigueur, être considéré comme un insecte des bois en œuvre.

Sirex (*Sirex gigas*, *S. juvencus*, *S. spectrum*)

Les sirex font partie de l'ordre des Hyménoptères, si important à tous égards.

Les Hyménoptères se divisent en Hyménoptères porte-aiguillons (fourmis, guêpes, abeilles) et en Hyménoptères porte-tarière ou térébrants (Ichneumonides, Cynipides, Tenthrédinides, Siricides). Ces derniers n'ont pas d'aiguillon ; la femelle introduit ses œufs dans le milieu qui leur convient à l'aide d'une tarière qui, comme chez les sirex, peut s'enfoncer à travers l'écorce et le bois jusqu'à 8 millimètres.

Les sirex sont des Hyménoptères térébrants à abdomen sessile comme la famille voisine des Tenthrédinides.

Les sirex ressemblent à de grandes guêpes[1]. Le plus commun est le sirex commun (*Sirex juvencus*), d'un bleu d'acier, avec les ailes jaunes. Le mâle est très différent de la femelle comme taille et coloration, la femelle ayant souvent 22 millimètres (parfois 35) et le mâle seulement la moitié. Du reste il y a dans les individus d'un même sexe de grandes variations de taille, mal expliquées. La larve possède une tête cornée sans yeux, une pointe anale caractéristique et des mandibules tellement fortes que la larve de sirex peut creuser ses galeries dans du plomb.

Les deux autres espèces importantes sont le sirex géant (*Sirex gigas*), d'une taille plus forte, de coloration jaune et noire, et le sirex spectre (*Sirex spectrum*).

Ces trois espèces n'habitent que les résineux. Toutes se rencontrent dans le bois d'épicéa ; le *S. spectrum* se trouve en outre dans le sapin ; quant au *S. juvencus*, son bois de prédilection est celui du pin sylvestre. Le *S. gigas* est plus fréquent dans le sapin, rare dans le pin sylvestre et le mélèze.

Ces guêpes de bois ne vont jamais pondre sur les arbres sains ; elles ne confient leurs œufs qu'aux arbres sur pied malades ou aux arbres abattus. La femelle enfonce rapidement sa tarière à

1. Les Allemands les appellent guêpes de bois (*Holzwespe*).

travers l'écorce et l'aubier et place son œuf parfois à 8 millimètres de profondeur; elle retire sa tarière, l'enfonce à nouveau, pondant un œuf à chaque coup de tarière. La larve creuse dans le bois des galeries dont le diamètre, toujours cylindrique, s'accroît avec sa taille et qu'elle garnit derrière elle de sa vermoulure.

Ces galeries, plus ou moins arquées, ont jusqu'à 20 centimètres de longueur; leur extrémité, plus élargie, aboutit près de l'écorce et sert de chambre de nymphose. L'insecte, à son éclosion, sort en perforant un trou circulaire.

Le vol des guêpes de bois et leur ponte ont lieu de juin à septembre. C'est dans cette période qu'on en voit parfois dans les appartements neufs, sortant des poutres de la charpente.

La vie larvaire est plus ou moins longue et il y a, à cet égard, de grandes différences tenant probablement à la richesse de l'arbre en aliments. En tout cas, il faut au moins deux ans, quelquefois trois ou même quatre, pour que l'insecte achève son évolution.

C'est ainsi que s'explique l'apparition, en assez grand nombre parfois, de ces insectes dans les maisons construites depuis un an ou deux. Le sirex achève dans la poutre du plafond l'évolution commencée en forêt, soit sur l'arbre sur pied *malade,* soit sur l'arbre *très sain* qui vient d'être abattu [1].

Il n'y a pas du tout à se préoccuper de ces apparitions parce qu'*elles ne se renouvelleront pas.* Ces grandes guêpes à longue tarière qu'on voit voltiger dans les appartements sont désormais inoffensives. Leur instinct les porte à ne confier leurs œufs qu'à des arbres *ayant encore* de la sève. *Jamais elles ne pondent sur les poutres d'où elles sortent.*

1. Et c'est pourquoi l'on ne peut approuver les dires de certaines personnes (voir le Rapport de M. Crié, professeur à la faculté de Rennes, sur l'affaire Bussy-Goux, à Lyon, 1905) qui prétendent que ces trous de vers indiquent *toujours* des bois gâtés, malades, et que ces pièces auraient dû être rebutées en forêt. 1° Ils n'indiquent pas toujours des bois malades puisque les bois sains abattus peuvent recevoir les pontes; 2° on ne peut rebuter ces pièces en forêt puisque les trous faits par l'insecte à sa sortie peuvent ne pas exister encore. Le sirex est souvent transporté à l'état de larve dans les charpentes sans qu'on puisse s'apercevoir de sa présence; elle n'est dévoilée qu'un an ou deux après la construction par ces trous circulaires de 4 à 5 millimètres de diamètre donnant issue à l'insecte parfait.

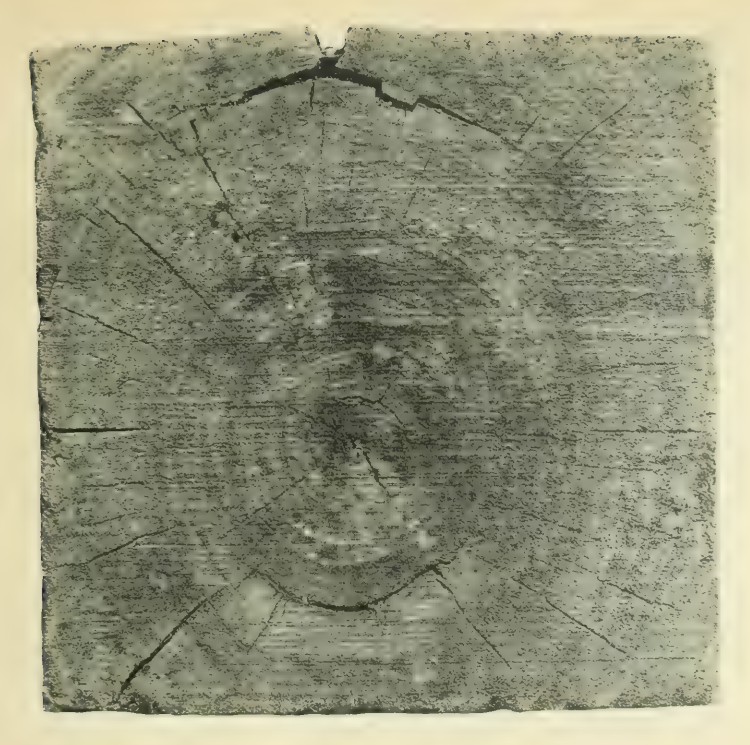
TABLE DES MATIÈRES

RÉSULTATS

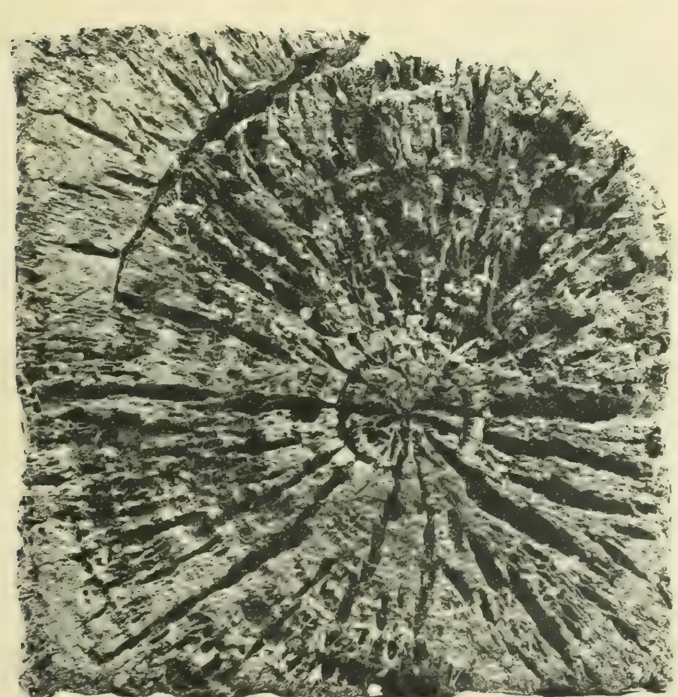
I — BOIS EN PLEIN AIR

II — BOIS A L'ABRI

Nancy, imprimerie Berger-Levrault et Cie



8



14

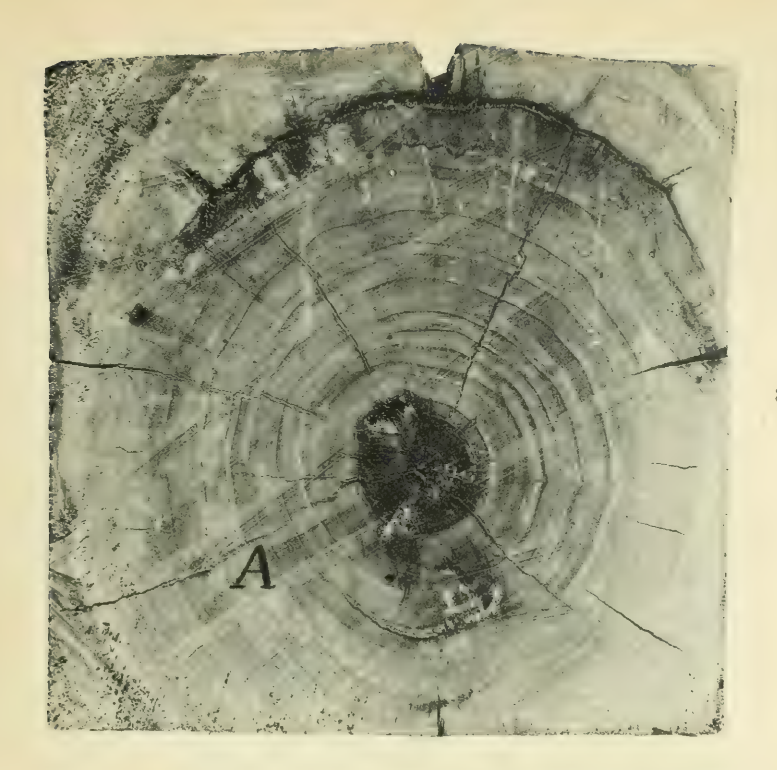
Phototypie d'Art Royer et Cie, Nancy.

Réduit aux 6/10

SÉRIE A.

8. — Peuplier immergé pendant 24 heures dans une solution de microsol à 4 °/.. Photographié après 3 ans d'exposition en plein air et d'enfouissement rez-terre dans du terreau.

14. — Peuplier témoin placé dans les mêmes conditions que le n° 8. Cette figure représente la surface des cubes d'essai qui ont 15 centimètres d'équarrissage.



8



14

Phototypie d'Art Royer et Cie, Nancy. Réduit aux 6/10

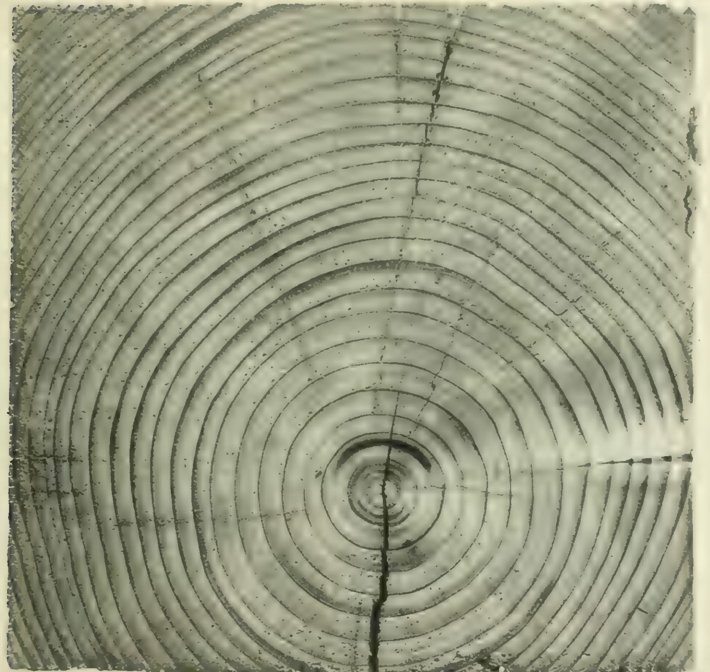
8. — Peuplier immergé pendant 24 heures dans une solution de microsol à 4 °/₀.

Photographié après 3 ans d'exposition en plein air et d'enfouissement rez-terre dans du terreau.

14. — Peuplier témoin placé dans les mêmes conditions que le précédent. Cette figure représente la section médiane des cubes de la planche I et montre que l'état sain ou altéré du bois est le même au milieu qu'à la surface du cube d'essai.



16



6

Phototypie d'Art Royer et Cie, Nancy. Réduit aux 6/10

SÉRIE D.

6. — Sapin immergé pendant 24 heures dans une solution de microsol à 4 %, et resté 3 ans dans une galerie de mine de fer oolithique de Lorraine, à Ludres, près Nancy.

16. — Sapin témoin placé dans les mêmes conditions que le n° 6. La photographie représente la section médiane des cubes d'essai qui ont 15 centimètres d'équarrissage.



8



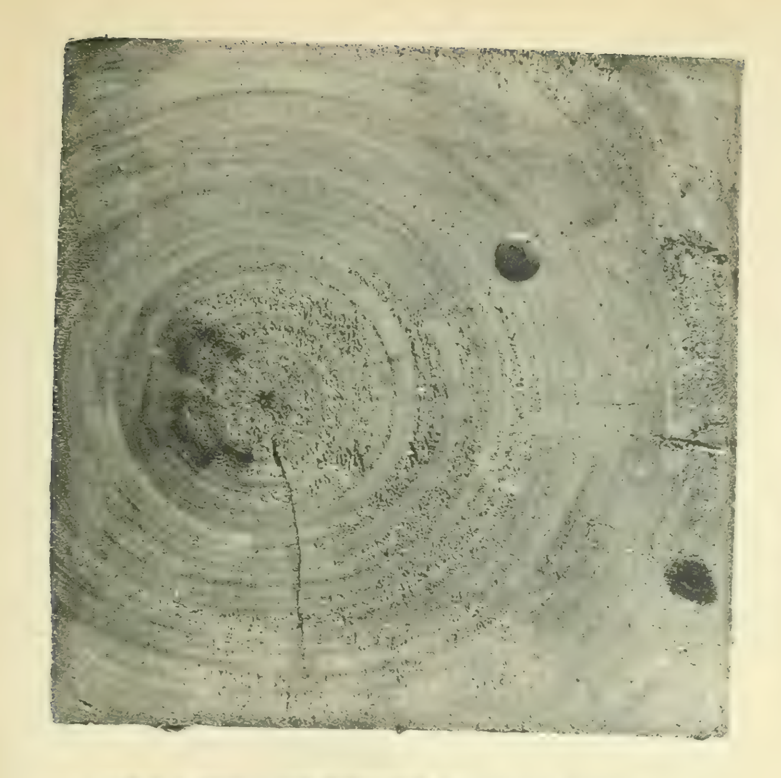
Phototypie d'Art Royer et Cie, Nancy. Réduit aux 6/10.

29

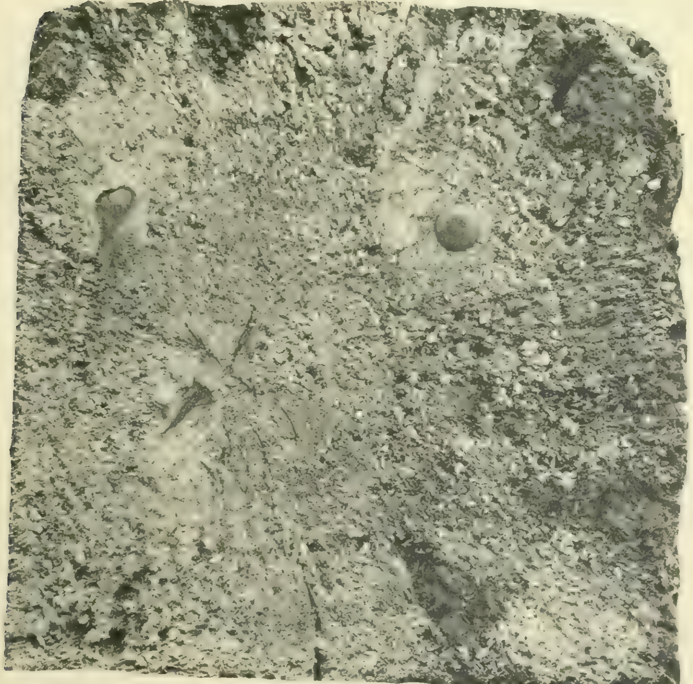
SÉRIE D.

8. — Pin d'Alep immergé pendant 24 heures dans une solution de microsol à 4 °/o, et resté 3 ans dans une galerie de mine de fer oolithique de Lorraine, à Ludres, près Nancy.

29. — Pin d'Alep témoin placé dans les mêmes conditions que le précédent. La photographie représente la section médiane de la demi-rondelle qui a 15 centimètres de hauteur.



6



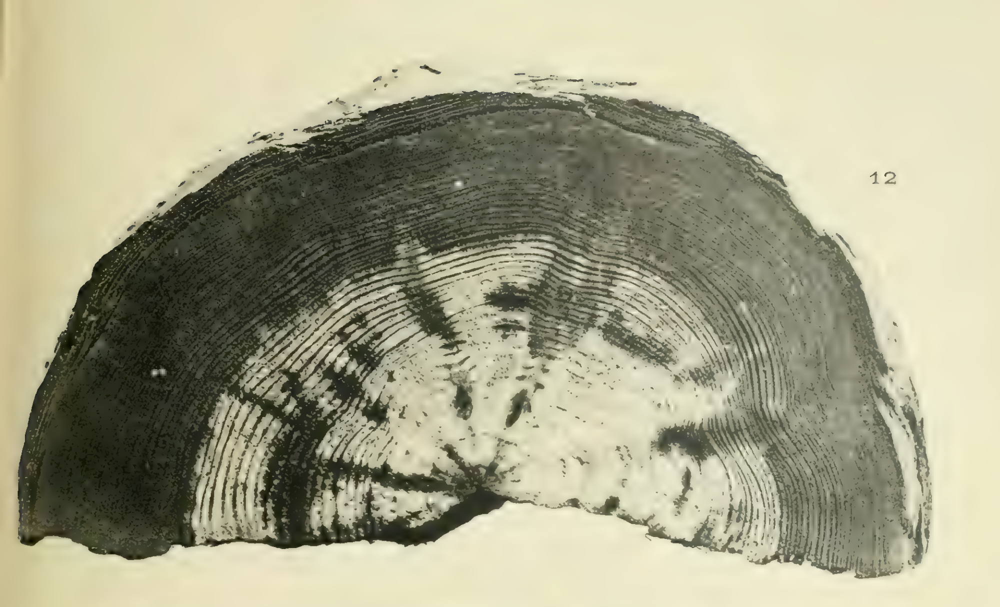
16

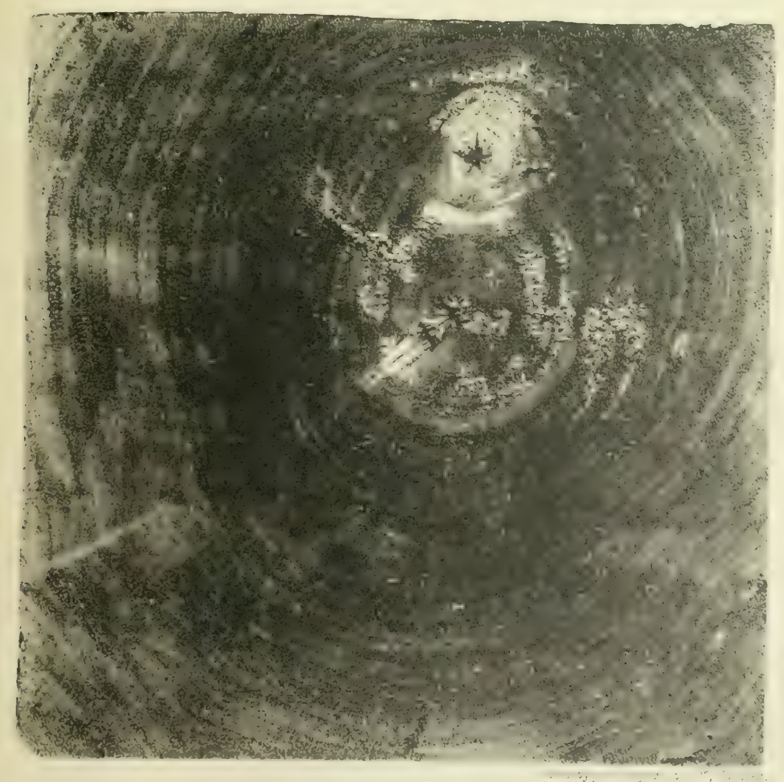
Phototypie d'Art Royer et Cie, Nancy. Réduit aux 6/10.

SÉRIE C.

6. — Peuplier immergé pendant 24 heures dans une solution de microsol à 1 %, et resté 3 ans dans une galerie de mine de fer oolithique de Lorraine, à Ludres, près Nancy.

16. — Peuplier témoin placé dans les mêmes conditions que le nº 6. La photographie représente la section médiane des cubes d'essai qui ont 15 centimètres d'équarrissage.



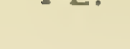


SÉRIE D

12. Pin d'Alep immergé pendant 24 heures dans le Carbolineum Avenarius et resté 3 ans dans une galerie de mine de fer oolithique de Lorraine, à comparer avec le nº 29 de la planche IV.

SÉRIE A

11. Peuplier immergé pendant 24 heures dans le Carbolineum Avenarius. Photographié après 3 ans d'exposition en plein air, à comparer avec le nº 14 de la planche II.

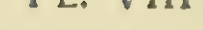


17

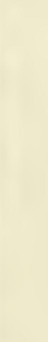
11

SÉRIE C

11. Sapin immergé pendant 24 heures dans le Carbolineum Avenarius et resté 3 ans dans une galerie de mine de fer oolithique de Lorraine.
17. Sapin témoin, entièrement décomposé, placé dans les mêmes conditions que le n° 11.



1





14

Phototypie [illegible]

SÉRIE B

14. Hêtre immergé pendant 24 heures dans le Carbolineum Avenarius. Photographié après 3 ans d'exposition en plein air et d'enfouissement rez-terre dans du terreau (Section médiane du cube d'essai).

1. Hêtre témoin, placé dans les mêmes conditions que le n° 14 (Section médiane).

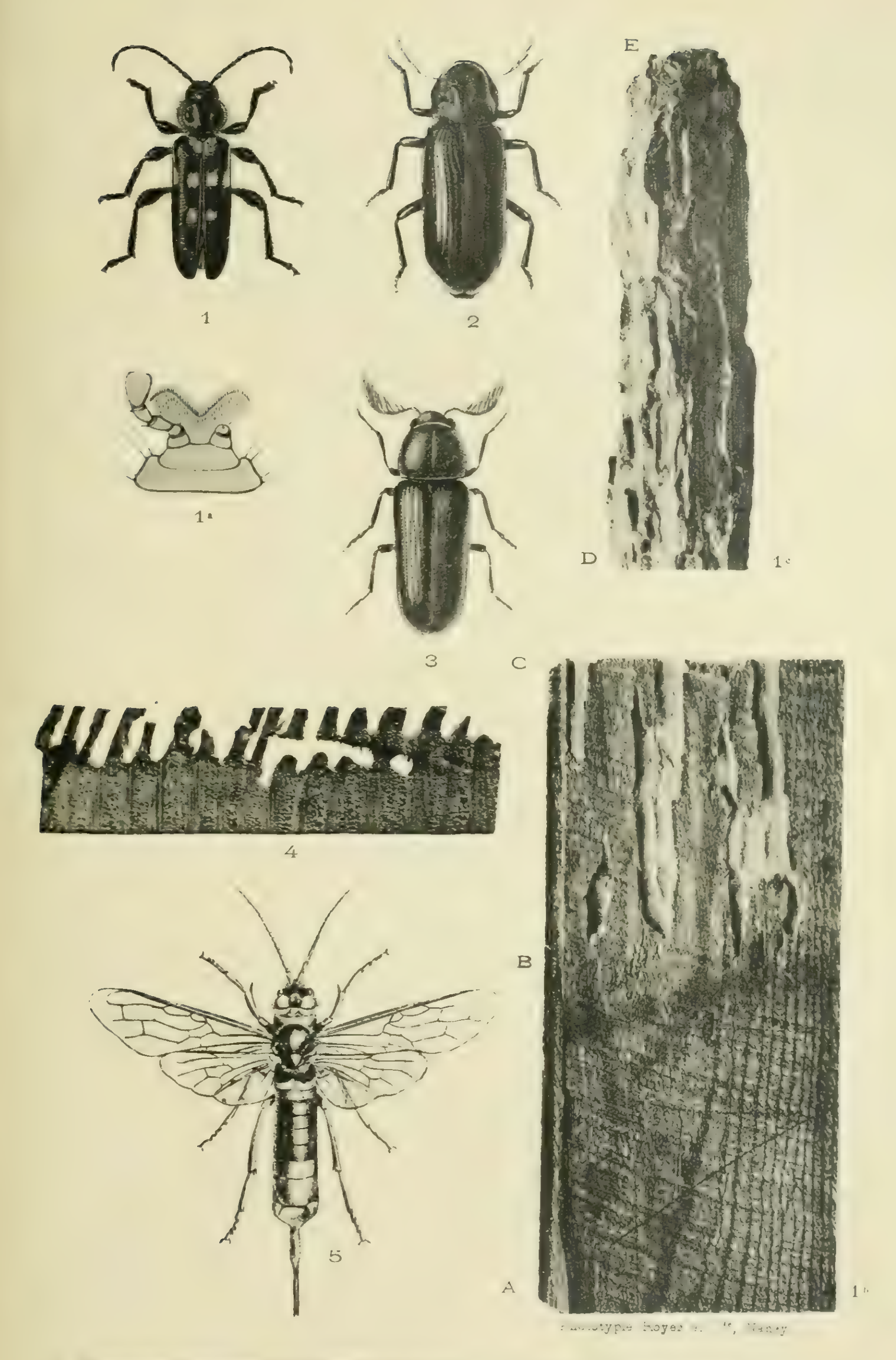
3 *bis*

3

SÉRIE D

3. Peuplier immergé pendant 24 heures dans l'antinonnine et resté 3 ans dans une galerie de mine de fer oolithique de Lorraine. Surface du cube d'essai. Le bois est intact.

3 *bis*. Après 2 ans de séjour dans la galerie, l'échantillon précédent a été scié en deux : une moitié (3) est restée en place : l'autre moitié (3 *bis*) a été exposée seulement un an aux intempéries et son bois est déjà très altéré.



1. Capricorne domestique (*Hylotrupes bajulus* L.). Longueur 17 m/m en général.
1a Ses palpes labiaux.
1b et 1c Chevron en bois de pin (toiture d'un hangar) en place depuis 15 ans. L'extrémité AB, badigeonnée au Carbolineum Avenarius, a été, grâce à cet insecticide, épargnée par le capricorne domestique qui a fait disparaître à l'état de vermoulure presque toute l'extrémité DE primitivement de même équarrissage $\frac{16}{29}$ que la partie AC. Les galeries de l'insecte en 1b se sont arrêtées juste à la limite B de la partie carbolinée.
2. Vrillette opiniâtre (*Anobium pertinax* L.). Longueur 6 m/m.
3. *Ptilinus costatus*, Gyll. ♂. Longueur 4 m/m.
4. Coupe transversale d'une plinthe en bois de pin, rongée par les termites, à Bordeaux. Les insectes, en rongeant la face postérieure de la planche, ont respecté les zones dures de bois d'été.
5. Sirex géant (*Sirex gigas* L.), ♀.

Traité d'Analyse des matières agricoles, par L. Grandeau, inspecteur général des Stations agronomiques. 3e édition, considérablement augmentée. 1897. — Deux volumes in-8 de 1192 pages, avec 171 figures dans le texte et 50 tableaux pour le calcul des analyses, br. 18 fr.
Reliés en percaline souple . . . . 20 fr.

Tables de Wolff. Composition moyenne des matières fertilisantes des végétaux et des aliments du bétail, précédées d'une notice sur le professeur E. de Wolff, par L. Grandeau. 1897. Brochure in-8. . . . . 1 fr.

Chimie appliquée à l'Agriculture. Travaux et expériences du Dr A. Vœlcker, chimiste-conseil, directeur du laboratoire de la Société royale d'agriculture d'Angleterre, par A. Ronna, ingénieur, membre du Conseil supérieur de l'agriculture, etc. 1888. Deux volumes grand in-8 (1012 pages), brochés . . . . 16 fr.

La Fumure rationnelle des plantes agricoles. Traduit de l'allemand d'après les conférences de Paul Wagner, directeur de la station agronomique de Darmstadt, par P. de Malliard, chef adjoint du cabinet du ministre de l'agriculture. 1893. Grand in-8, avec 15 gravures, broché . . . . 1 fr. 50

Géologie agricole. Cours fait à l'Institut national agronomique par Eugène Risler, directeur de l'Institut agronomique, etc. (Ouvrage couronné par l'Académie des sciences.) Quatre volumes grand in-8 d'environ 400 pages chacun, avec gravures et planches, brochés. 30 fr.

— *Supplément :* **Carte géologique et statistique des gisements de phosphate de chaux** exploités en France. Reproduite d'après la *Statistique de l'Industrie minérale en France et en Algérie,* publiée par le ministère des travaux publics. Grand in-folio en chromo, sous couverture . . . . 2 fr. 50

Électricité agricole, par Camille Pabst, ingénieur agronome, diplômé de l'enseignement supérieur de l'agriculture. 1894. Un volume in-8 de 390 pages, broché. . . . . . 5 fr.

Les Vignes. Recherches expérimentales sur leur culture et leur exploitation, par A. Müntz, professeur et directeur des laboratoires à l'Institut national agronomique, membre du Conseil supérieur de l'agriculture. 1896. Un volume grand in-8 de 581 pages, br. 12 fr.

Manuel de Conférences agricoles techniques et pratiques, par C.-G. Aubert, ingénieur-agronome, garde général des eaux et forêts. Préface par L. Dabat, directeur au ministère de l'agriculture. 1904. Un vol. in-8, broché . . . . 6 fr.

Les Ennemis de l'Agriculture. Insectes nuisibles, maladies cryptogamiques, altérations organiques et accidents, plantes nuisibles, par Calixte Rampon, préparateur au laboratoire agronomique de Loir-et-Cher. 1898. Un vol. in-4 de 416 pages, avec 140 fig., br. 6 fr.

Les Repeuplements en Écrevisses, par R. Drouin de Bouville, inspecteur adjoint des eaux et forêts, attaché à la station de recherches de l'École forestière de Nancy. 1906. Un volume grand in-8, avec 24 figures et 7 planches stéréographiques, broché . . . . 4 fr.

Chasse et Pêche en France, par L. Boppe, ancien directeur de l'École nationale forestière. 2e édition. 1904. Un vol. in-12 avec fig. et graphiques en couleurs, broché . . 1 fr. 50
Relié en percaline gaufrée . . . . 2 fr. 50

Traité pratique de Pisciculture. Exploitation des mares et étangs, par A. Peupion, inspecteur adjoint des forêts, avec un supplément : *La culture des bois enseignée par l'aspect de l'arbre.* 1898. Beau volume in-8 de 665 pages, broché . . . . 7 fr. 50

Dégâts causés aux forêts par les balles du fusil de l'armée. *L'indemnité qu'ils exigent et son règlement,* par J. George, garde général des eaux et forêts. Ouvrage couronné par la Société nationale d'agriculture de France. 1903. Un volume grand in-8, avec 13 figures et 10 planches en phototypie, broché . . . . 4 fr.

Incendies en forêt. *Évaluation des dommages. Contentieux. Mesures préservatrices. Constatations. Principes des expertises. Taux. Estimation en fonds et superficie. Trouble d'aménagement. Préjudices accessoires et indirects. Spécimens de rapports, tarifs, etc.,* par A. Jacquot, inspecteur des eaux et forêts. (Ouvrage couronné par la Société nationale d'agriculture de France et par la Société des agriculteurs de France.) 2e édition. 1904. Un volume grand in-8 de 400 pages, broché . . . . 8 fr.

Code de législation rurale, comprenant le *Code rural,* le *Code forestier* et les extraits des autres codes, par Léon Lesage, avocat à la cour d'appel, et Maurice Lesage, ingénieur agronome. 1905. Six fascicules formant un volume grand in-8 de 1608 pages . . . . 26 fr.

Du même auteur

Atlas d'Entomologie forestière. 2e édition, revue et augmentée. 1903. 49 planches avec texte explicatif. Un volume grand in-8, broché . . . . 10 fr.

La Décomposition des matières organiques et les formes d'humus dans leurs rapports avec l'agriculture, par E. Wollny, professeur d'agriculture à l'université de Heidelberg. Traduit de l'allemand par E. Henry. Préface de L. Grandeau, inspecteur général des stations agronomiques. 1901. Un volume gr. in-8 de 669 pages, avec 52 fig., br. 15 fr.

Analyse et contrôle des Semences forestières. *Des stations d'analyse et de contrôle. Des semences forestières. Prescriptions techniques. Méthodes d'analyse. Règlements*, par M.-A. Fron, inspecteur adjoint des eaux et forêts, professeur à l'école forestière des Barres. 1906. Un volume grand in-8 de 134 pages, broché . . . . 3 fr. 50

Traité de Sylviculture, par le Dr Karl Gayer, professeur à l'université de Munich. Traduit, avec l'autorisation de l'auteur, sur la 3e édition allemande, par Étienne Visart de Bocarmé. 1901. Un volume grand in-8, 694 pages, broché . . . . 10 fr.
Relié en percaline gaufrée . . . . 12 fr. 50

Le Traitement des bois en France. *Estimation, partage et usufruit des forêts*, par Ch. Broilliard, ancien professeur à l'École forestière. Nouvelle édition. 1894. Un beau volume in-8 de 700 pages, broché. 7 fr. 50. — Relié en percaline . . . . 9 fr.

Cours d'Aménagement des forêts, enseigné à l'École forestière, par Ch. Broilliard, professeur à l'École forestière. 1878. Un volume in-8 de 364 pages, avec carte . . . . 10 fr.

Pâturages et Forêts. *Mise en valeur des terres incultes du massif central de la France*, par E. Gebhart, inspecteur des forêts. 1890. Grand in-8 avec 1 planche en héliotypie, broché . . . . 2 fr. 50

Guide pratique de Reboisement, par Th. Rousseau, conservateur des forêts. 2e édition, revue, corrigée et augmentée. 1890. Volume in-12, broché. . . . . 1 fr. 25

La Sylviculture pratique. *Les boisements productifs en toutes situations. Mise en valeur des sols pauvres*, par Alph. Fillon, inspecteur des forêts. (Ouvrage couronné.) 1889. Un volume broché . . . . 3 fr.

Premières notions forestières, à l'usage des écoles, par C. Rabutté, inspecteur des eaux et forêts. Nouvelle édition. 1906. In-12, broché . . . . 50 c.

Guide pratique d'Arpentage et de Nivellement, à l'usage des préposés des eaux et forêts, par V. Capoduro et J. Dinner, inspecteurs adjoints des eaux et forêts. 1902. Un volume in-12 avec 52 figures, broché. . . . . 1 fr. 50

La Stadimétrie, à l'usage des préposés forestiers. Complément au *Guide pratique d'Arpentage et de Nivellement*, par les mêmes. 1903. In-8, avec figures, broché . . . . 1 fr.

Tarif de Cubage pour les arbres sur pied. *Estimation des houppiers, branchages et souches suivant les essences*, par A. Peupion, inspecteur adjoint des forêts en retraite, chevalier du Mérite agricole, officier d'ordres étrangers. 1905. Un volume in-12 de 105 pages, dont 79 de tableaux, broché . . . . 3 fr. 50

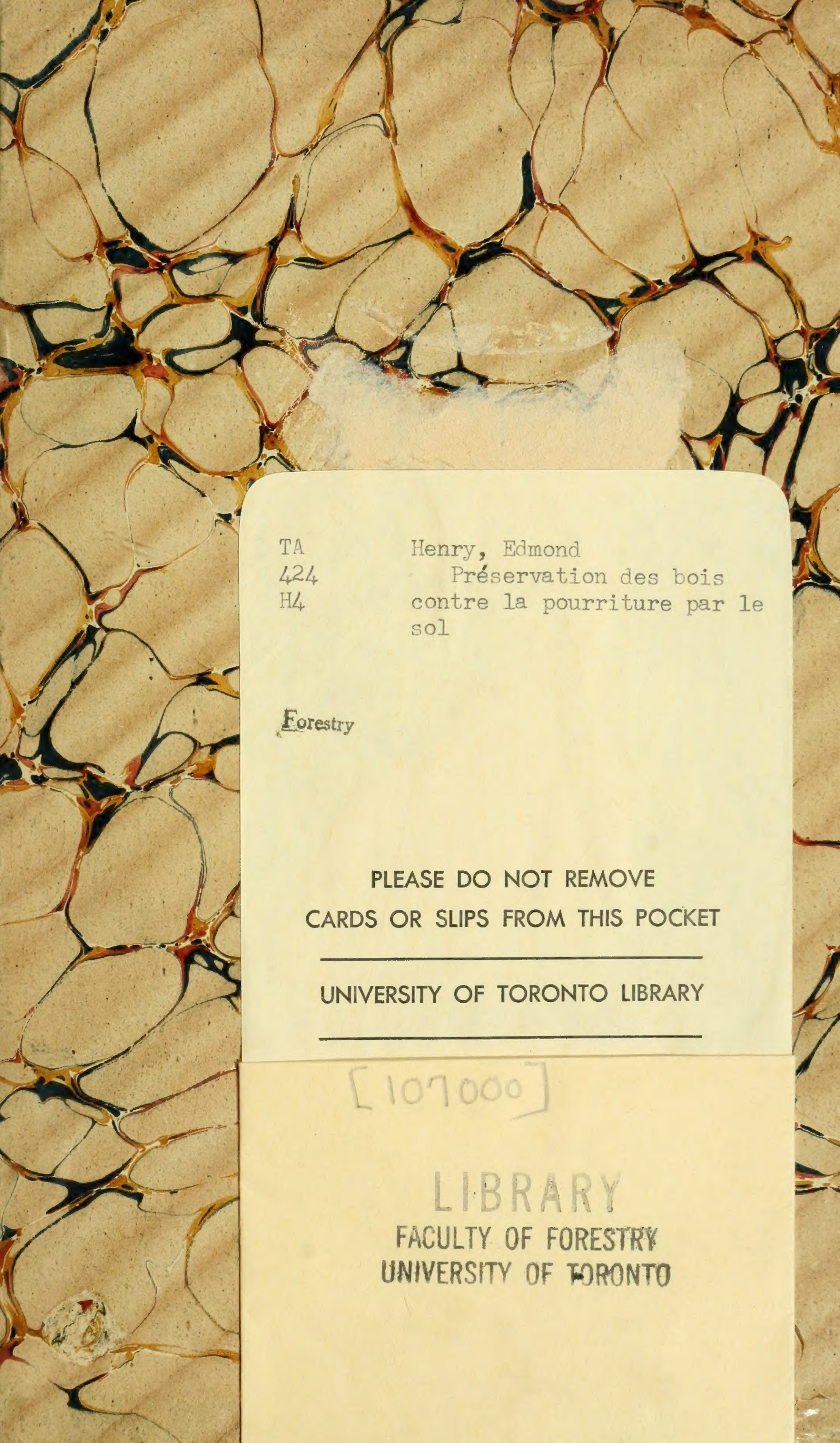
Cubage des Bois sur pied et abattus. *Manuel pratique, avec 12 tables et tarifs de cubage pour bois en grume et équarris*, par R. Rouleau, inspecteur des eaux et forêts. 1905. Un volume in-12 de 120 pages sur papier fort, avec 10 figures, broché . 3 fr. 75

Barème du tarif conventionnel unique pour l'application du contrôle au traitement des forêts, par H. de Blonay, ingénieur, H. Jobez, ingénieur, et H. Biolley, inspecteur des forêts. — Édition A. Tarif au *diamètre*. — Édition B. Tarif à la *circonférence*.
Chaque édition, grand in-8 étroit, forme répertoire à encoches, relié en percaline. . 5 fr.

Vocabulaire forestier français-anglais-allemand. *French-english-german Forest Terminology. Französisch-englisch-deutsche Forstterminologie*, par J. Gerschel, professeur d'anglais et d'allemand à l'École nationale des eaux et forêts. 4e édition, revue et augmentée. 1905. Un volume in-12 de 209 pages, relié en percaline . . . . 5 fr.

Nancy, impr. Berger-Levrault et Cie






UTL AT DOWNSVIEW
D RANGE BAY SHLF POS ITEM C
39 10 15 24 13 024 3